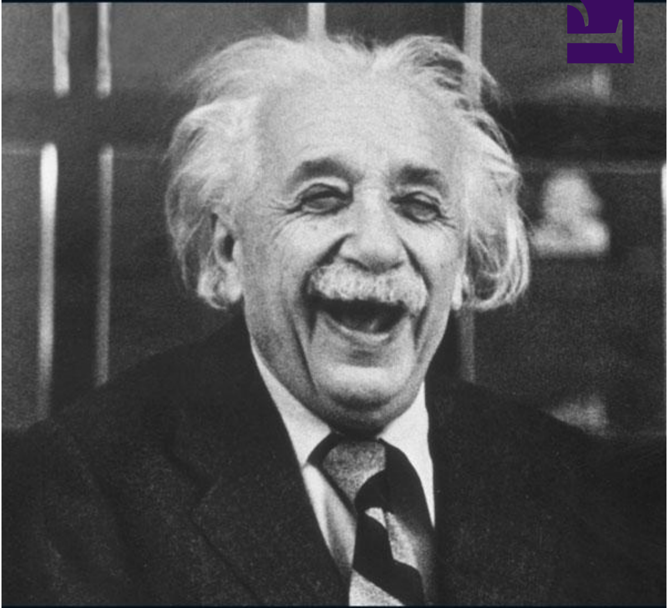


ALBERT EINSTEIN

Mi visión del mundo

Célebre por su teoría de la relatividad, que cambió para siempre la ciencia moderna, Einstein fue además un gran humanista: observó con lucidez la sociedad y defendió la convivencia pacífica entre los pueblos, la libertad y un progreso que el Estado no utilizara en contra de los individuos. En esta obra recoge sus reflexiones sobre su vida y la época en que le tocó vivir, y expone en términos sencillos cómo nació y qué es la teoría de la relatividad.

Albert Einstein

Mi visión del mundo

Metatemas - 90

ePub r1.0

Titivillus 23.03.16

Título original: *Mein Weltbild*
Albert Einstein, 1980
Traducción: Sara Gallardo y Marianne Bübeck

Editor digital: Titivillus
ePub base r1.2

Primera parte:
Mi visión del mundo

Mi visión del mundo

Curiosa es nuestra situación de hijos de la Tierra. Estamos por una breve visita y no sabemos con qué fin, aunque a veces creemos presentirlo. Ante la vida cotidiana no es necesario reflexionar demasiado: estamos para los demás. Ante todo para aquellos de cuya sonrisa y bienestar depende nuestra felicidad; pero también para tantos desconocidos a cuyo destino nos vincula una simpatía.

Pienso mil veces al día que mi vida externa e interna se basa en el trabajo de otros hombres, vivos o muertos. Siento que debo esforzarme por dar en la misma medida en que he recibido y sigo recibiendo. Me siento inclinado a la sobriedad, oprimido muchas veces por la impresión de necesitar del trabajo de los otros. Pues no me parece que las diferencias de clase puedan justificarse: en última instancia reposan en la fuerza. Y creo que una vida exterior modesta y sin pretensiones es buena para todos en cuerpo y alma.

No creo en absoluto en la libertad del hombre en un sentido filosófico. Actuamos bajo presiones externas y por necesidades internas. La frase de Schopenhauer: «Un hombre puede hacer lo que quiere, pero no puede querer lo que quiere», me bastó desde la juventud. Me ha servido de consuelo, tanto al ver como al sufrir las durezas de la vida, y ha sido para mí una fuente inagotable de tolerancia. Ha aliviado ese sentido de responsabilidad que tantas veces puede volverse una traba, y me ayudó a no tomarme demasiado en serio, ni a mí mismo ni a los demás. Así pues, veo la vida con humor.

No tiene sentido preocuparse por el sentido de la existencia propia o ajena desde un punto de vista objetivo. Es cierto que cada hombre tiene ideales que lo orientan. En cuanto a eso, nunca creí que la satisfacción o la felicidad fueran fines absolutos. Es un principio ético que suelo llamar el Ideal de la Piara.

Los ideales que iluminaron y colmaron mi vida desde siempre son: bondad, belleza y verdad. La vida me habría parecido vacía sin la sensación de participar de las opiniones de muchos, sin concentrarme en objetivos siempre inalcanzables tanto en el arte como en la investigación científica. Las banales metas de propiedad, éxito exterior y lujo me parecieron despreciables desde la juventud.

Hay una contradicción entre mi pasión por la justicia social, por la consecución de un compromiso social, y mi completa carencia de necesidad de compañía, de hombres o de comunidades humanas. Soy un auténtico solitario. Nunca pertenecí del todo al Estado, a la Patria, al círculo de amigos ni aún a la familia más cercana. Si siempre fui algo extraño a esos círculos es porque la necesidad de soledad ha ido creciendo con los años.

El que haya un límite en la compenetración con el prójimo se descubre con la experiencia. Aceptarlo es perder parte de la inocencia, de la despreocupación. Pero en cambio otorga independencia frente a opiniones, costumbres y juicios ajenos, y la capacidad de rechazar un equilibrio que se funde sobre bases tan inestables.

Mi ideal político es la democracia. El individuo debe ser respetado en tanto persona. Nadie debería recibir un culto idolátrico. (Siempre me pareció una ironía del destino d haber suscitado tanta admiración y respeto inmerecidos. Comprendo que surgen del afán por comprender el par de conceptos que encontré, con

mis escasas fuerzas, al cabo de trabajos incesantes. Pero es un afán que muchos no podrán colmar).

Sé, claro está, que para alcanzar cualquier objetivo hace falta alguien que piense y que disponga. Un responsable. Pero de todos modos hay que buscar la forma de no imponer a dirigentes. Deben ser elegidos.

Los sistemas autocráticos y opresivos degeneran muy pronto. Pues la violencia atrae a individuos de escasa moral, y es ley de vida el que a tiranos geniales sucedan verdaderos canallas.

Por eso estuve siempre contra sistemas como los que hoy priman en Italia y en Rusia. No debe atribuirse el descrédito de los sistemas democráticos vigentes en la Europa actual a algún fallo en los principios de la democracia, sino a la poca estabilidad de sus gobiernos y al carácter impersonal de las elecciones. Me parece que la solución está en lo que hizo Estados Unidos: un presidente elegido por tiempo suficientemente largo, y dotado de los poderes necesarios para asumir toda la responsabilidad. Valoro en cambio en nuestra concepción del funcionamiento de un Estado la creciente protección del individuo en caso de enfermedad o de necesidades materiales.

Para hablar con propiedad, el Estado no puede ser lo más importante: lo es el individuo creador, sensible. La personalidad. Solo de él sale la creación de lo noble, de lo sublime. Lo masivo permanece indiferente al pensamiento y al sentir.

Con esto paso a hablar del peor engendro que haya salido del espíritu de las masas: el ejército al que odio. Que alguien sea capaz de desfilar muy campante al son de una marcha basta para que merezca todo mi desprecio; pues ha recibido cerebro por error: le basta con la médula espinal. Habría que hacer desaparecer lo antes posible a esa mancha de la civilización. Cómo detesto las

hazañas de sus mandos, los actos de violencia sin sentido, y el dichoso patriotismo. Qué cínicas, qué despreciables me parecen las guerras. ¡Antes dejarme cortar en pedazos que tomar parte en una acción tan vil!

A pesar de lo cual tengo tan buena opinión de la humanidad, que creo que este fantasma se hubiera desvanecido hace mucho tiempo si no fuera por la corrupción sistemática a que es sometido el recto sentido de los pueblos a través de la escuela y de la prensa, por obra de personas y de instituciones interesadas económica y políticamente en la guerra.

El misterio es lo más hermoso que nos es dado sentir. Es la sensación fundamental, la cuna del arte y de la ciencia verdaderos. Quien no la conoce, quien no puede asombrarse ni maravillarse, está muerto. Sus ojos se han extinguido.

Esta experiencia de lo misterioso —aunque mezclada de temor— ha generado también la religión. Pero la verdadera religiosidad es saber de esa Existencia impenetrable para nosotros, saber que hay manifestaciones de la Razón más profunda y de la Belleza más resplandeciente solo asequibles en su forma más elemental para el intelecto.

En ese sentido, y solo en este, pertenezco a los hombres profundamente religiosos. Un Dios que recompense y castigue a seres creados por él mismo que, en otras palabras, tenga una voluntad semejante a la nuestra, me resulta imposible de imaginar. Tampoco quiero ni puedo pensar que el individuo sobreviva a su muerte corporal, que las almas débiles alimenten esos pensamientos por miedo, o por un ridículo egoísmo. A mí me basta con el misterio de la eternidad de la Vida, con el presentimiento y la

conciencia de la construcción prodigiosa de lo existente, con la honesta aspiración de comprender hasta la mínima parte de razón que podamos discernir en la obra de la Naturaleza.

Del sentido de la vida

¿Cuál es el sentido de nuestra vida, cuál es, sobre todo, el sentido de la vida de todos los vivientes? Tener respuesta a esta pregunta se llama ser religioso. Preguntas: ¿tiene sentido plantearse esa cuestión? Respondo: quien sienta su vida y la de los otros como cosa sin sentido es un desdichado, pero algo más: apenas si merece vivir.

El verdadero valor de un hombre

Se determina según una sola norma: en qué grado y con qué objetivo se ha liberado de su Yo.

De la riqueza

No hay riqueza capaz de hacer progresar a la humanidad, ni aun manejada por alguien que se lo proponga. A concepciones nobles, a nobles acciones, solo conduce el ejemplo de altas y puras personalidades. El dinero no lleva más que al egoísmo, y conduce irremediablemente al abuso.

¿Podemos imaginar a Moisés, a Jesús, a Gandhi subvencionados por el bolsillo de Carnegie?

Comunidad y personalidad

Al pensar en nuestra vida y trabajo caemos en cuenta de que casi todo lo que hacemos y deseamos está ligado a la existencia de otros hombres. Nuestra manera de actuar nos emparenta con los animales sociables. Comemos alimentos elaborados por otros hombres, vestimos ropas confeccionadas por otros hombres, y vivimos en casas construidas por otros hombres. Casi todo lo que sabemos y creemos nos fue transmitido a través de un lenguaje establecido por otros hombres. Sin el lenguaje, nuestro intelecto sería pobre, comparable al de los animales superiores. Así, debemos confesar que si aventajamos a los animales superiores es gracias a nuestra vida en comunidad.

Un individuo aislado al nacer permanecería en un estadio tan primitivo del sentir y del pensar, como difícilmente podamos imaginarlo. Lo que es y lo que significa el individuo no surge tanto de su individualidad como de su pertenencia a una gran comunidad humana, que guía su existencia material y espiritual desde el nacimiento hasta la muerte.

El valor de un hombre para su comunidad suele fijarse según cómo oriente su sensibilidad, su pensamiento y su acción hacia el reclamo de los otros. Acostumbramos a definirlo como bueno o malo según su comportamiento en ese orden. De modo que, a primera vista, parecería que solo las cualidades sociales determinan el juicio acerca de una persona.

Y, sin embargo, esa interpretación no sería justa. Es fácil comprender que todos los bienes materiales, espirituales y morales

que hemos recibido de la comunidad se deben a generaciones innumerables de individualidades creadoras organizadas. Uno descubrió un día el uso del fuego, otro el cultivo de plantas alimenticias, otro la máquina de vapor.

Solo el individuo aislado puede pensar. Desde allí descubrirá nuevos valores y formulará normas morales que sirvan para la vida de la comunidad.

Sin personalidades creadoras que piensen por sí mismas es tan impensable el desarrollo de la comunidad como lo sería el desarrollo del individuo fuera del ámbito comunitario.

Una comunidad sana está pues tan ligada a la independencia de sus individuos como a su asociación dentro de su seno. Se ha dicho con mucha razón que la cultura griego-europea-norteamericana y en particular el Renacimiento italiano, que significó el fin de la paralización cultural de la Edad Media, se basó en la libertad y en el relativo aislamiento del individuo.

¡Contemplemos ahora la época en que vivimos! ¿Qué ocurre con la comunidad y con la personalidad? La población en los países cultos es extremadamente densa respecto a otras épocas; Europa sola contiene hoy casi el triple de la población de hace un siglo. Pero la cantidad de naturalezas rectoras ha disminuido en gran medida. Muy pocos hombres son conocidos entre la masa por su trabajo productivo. La organización ha suplido en cierta medida a las naturalezas rectoras, sobre todo en el campo de la técnica, pero también en un grado apreciable en el campo de la ciencia.

Especialmente delicada es la carencia de individualidades en el área del arte. La pintura y la música han degenerado y perdido gran parte de su repercusión en el pueblo. En política no solo faltan dirigentes sino que la independencia espiritual y el sentido de la justicia de los ciudadanos ha disminuido. La organización democrático-parlamentaria, que presupone una independencia,

ha perdido terreno en muchos sitios; vemos constituirse las dictaduras, que se sostienen porque el sentimiento de la dignidad y de la justicia ya no es tan activo en las gentes. En dos semanas es posible cambiar la opinión de la mayoría y una vez arrastrada al odio y a la exaltación está dispuesta a vestirse de soldado para matar y dejarse matar en defensa de los infames fines de cualquier ambicioso. El servicio militar obligatorio es para mí el síntoma más vergonzoso de la falta de dignidad personal que padece hoy la humanidad. Debido a ello no faltan profetas que auguran un ocaso cercano de nuestra cultura. No formo parte de esos pesimistas. Creo en un futuro mejor. Pero quiero fundamentar esta esperanza.

Los indicios actuales de decadencia se basan, según veo, en que el desarrollo de la economía y de la técnica ha agudizado tanto la lucha del hombre por la existencia que su libre maduración ha sufrido grave daño. Este desarrollo de la técnica exige cada vez menos trabajo humano para liberar a la comunidad de sus necesidades.

Una repartición planificada del trabajo conducirá paulatinamente a la solución de necesidades sectoriales, y ello llevará a una seguridad material del individuo. Esta seguridad, así como el tiempo libre y las fuerzas sobrantes, pueden ser benéficos para el desarrollo de la personalidad.

De ese modo, la comunidad volverá a sanar. Esperemos que los historiadores que vengan puedan interpretar las enfermedades sociales de hoy solo como males infantiles de una humanidad con ambiciones de superación, originadas solo por la excesiva rapidez del proceso cultural.

El Estado y la conciencia individual

Es una pregunta antigua: ¿cómo debe comportarse el hombre si el Estado lo obliga a ciertas acciones, si la sociedad espera de él cierta actitud que su conciencia considera injusta?

La respuesta es fácil: dependes por completo de la sociedad en que vives. Así que debes someterte a sus leyes. No tienes responsabilidad por esas acciones, cumplidas bajo coacción irresistible.

Basta decirlo con tanta claridad para comprender cuánto choca una interpretación de este tipo con la conciencia de rectitud. La coacción exterior puede atenuar en cierto grado la responsabilidad del individuo, pero nunca lo disculpará del todo. Esta interpretación es la que ha primado en los procesos de Nüremberg. Ahora bien, lo valioso de nuestras instituciones, leyes y costumbres radica en que salen de la recta conciencia de innumerables individuos. Y es que toda reforma moral resulta impotente si no es asumida por individuos vivos, movidos por la responsabilidad.

Por eso, el esfuerzo por despertar el sentido de responsabilidad moral en el individuo es un importante servicio para la colectividad en conjunto.

En nuestra época pesa sobre los representantes de las ciencias físicas y naturales, así como sobre los ingenieros, una responsabilidad moral especialmente grave: el desarrollo de los instrumentos militares de destrucción masiva cae dentro del campo de sus actividades. Por esto creo que la fundación de una *Society for Social Responsibility in Science* responde a una verdadera necesidad. Tal asociación facilitaría, por medio del debate conjunto de los problemas, el que un individuo llegara, por el camino que escogiera, a pronunciarse en forma independiente. Después sería

necesario establecer la ayuda mutua entre quienes hayan llegado a una situación límite por haber seguido la voz de su conciencia.

Bueno y malo

En principio es correcto afirmar que debemos otorgar nuestro mayor amor a quienes más hayan contribuido a la significación del individuo y de la vida humana. Pero si nos preguntamos quiénes son estos hombres, encontraremos grandes dificultades para responder. En el caso de los políticos y aun de los líderes religiosos, la mayoría de las veces no es seguro que hayan llevado a cabo mayor número de acciones buenas que malas. Por eso, la mejor manera de servir a los hombres consiste en darles ocupaciones dignas y, de tal modo, dignificarlos indirectamente. Eso es válido en primer lugar para los artistas, pero en segundo también para los investigadores.

Es cierto que los resultados de la Ciencia ni significan a los hombres ni los enriquecen, pero sí lo hace el trabajo intelectual, tanto productivo como receptivo, que es el esfuerzo por comprender.

Del mismo modo sería injusto a todas luces pretender apreciar el valor del Talmud por sus resultados individuales.

Religión y ciencia

Todo lo imaginado y realizado por el hombre sirve para librarlo de sentimientos de necesidad y para calmar sus sufrimientos. Hay que tenerlo en cuenta si queremos comprender los

movimientos espirituales y su desarrollo. Pues sentir y ansiar son el motor de todos los logros humanos, aunque esto parezca demasiado idealista. ¿Cuáles son los sentimientos y las necesidades que han llevado al hombre al pensamiento religioso y a creer, en el sentido más amplio de la palabra? Si reflexionamos, caeremos en la cuenta de que en los orígenes del pensamiento y de la experiencia religiosos aparecen sentimientos muy diversos.

En el hombre primitivo es el miedo. Miedo al hambre, a los animales salvajes, a la enfermedad, a la muerte. Debido a que a ese nivel de la existencia la comprensión de las conexiones causales suele ser mínima, el ingenio humano se desdobla en entes más o menos análogos, de cuyas acciones o deseos dependen las acciones temidas. Entonces, se da el deseo de captar la simpatía de dichos entes celebrando ceremonias y haciendo sacrificios que, según creencias transmitidas de generación en generación, han de aplacarlos. Estoy hablando de la religión del miedo.

Esta no es creada, pero sí establecida en gran parte, por la formación de una casta de sacerdotes que se hace pasar por mediadora entre el pueblo y los temidos entes, y funda posteriormente una supremacía.

A menudo el dirigente, el que gobierna o la clase privilegiada, cuyo dominio mundano se apoya sobre otros factores, incorpora las funciones sacerdotales para su propia seguridad, o bien establece una comunidad de intereses con la casta sacerdotal.

Una segunda fuente de configuraciones religiosas son los sentimientos sociales. El padre, la madre, los dirigentes de las comunidades humanas son mortales y susceptibles de cometer errores. El anhelo de dirección, de amor y de apoyo moral motiva la creación de conceptos sociales, como por ejemplo el concepto moral de Dios. Tal es el Dios de la Providencia, que ampara, dispone, recompensa y castiga. Es el Dios que según el horizonte de los hombres impulsa la vida de la familia, de la humanidad,

que consuela en momentos de desgracia y de nostalgia, que custodia las almas de los muertos. Estas son las nociones morales y sociales de Dios.

En las Sagradas Escrituras del pueblo judío se nota la evolución que lleva desde la Religión del Miedo hacia la Religión Moral. Su continuación se llevó a cabo en el Nuevo Testamento. Las religiones de todos los pueblos civilizados, en especial los de Oriente, son en esencia religiones morales. Ha sido un adelanto fundamental en su existencia el paso de las religiones basadas en el temor a las de orden moral, pero al considerarlas debemos evitar ese prejuicio que supone que toda religión primitiva está puramente basada en el miedo, y que toda religión de pueblo civilizado es puramente de tipo moral. Todas son mixtas, aun cuando haya una proporción entre el mayor avance cultural de un pueblo y el predominio en él de la religión de tipo moral.

Lo que iguala a todas estas religiones es el carácter antropomórfico que atribuyen a Dios. Es un estadio de la experiencia religiosa que solo intentan superar ciertas sociedades y ciertos individuos particularmente dotados. En todas se encuentra un tercer grado de experiencia religiosa, aunque casi nunca esté tampoco en estado puro. Es la llamada Religiosidad Cósmica, difícil de comprender pues de ella no surge un concepto antropomórfico de Dios.

El individuo siente la futilidad de los deseos y las metas humanas, del sublime y maravilloso orden que se manifiesta tanto en la Naturaleza, como en el mundo de las ideas. Ese orden lleva a sentir la existencia individual como una especie de prisión, y conduce al deseo de experimentar la totalidad del ser como un todo razonante y unitario. La Religiosidad Cósmica se puede encontrar incluso en las primeras etapas del desarrollo religioso, por ejemplo en algunos salmos de David y en algunos profetas. El componente de Religiosidad Cósmica está mucho más acentuado en el

Budismo, como nos lo han demostrado los magníficos escritos de Schopenhauer. Los genios religiosos de todos los tiempos eran admirables gracias a esta religiosidad que no conocía dogmas ni Dios alguno concebido a la manera del hombre. Y es por esto que no puede haber ninguna iglesia cuya enseñanza fundamental se base en la religiosidad cósmica, y también por eso encontraremos entre los herejes de todos los tiempos a hombres colmados de ella, considerados muy a menudo idealistas o hasta santos por sus contemporáneos. Hombres como Demócrito, Francisco de Asís y Spinoza están muy cerca unos de otros.

¿Cómo pueden comunicarse los hombres esta Religiosidad Cósmica si con ella no es posible formar ni un concepto de Dios ni una teología? A mí me parece que tal es la función principal del arte y de la ciencia: despertar y mantener vivo ese sentimiento en todos aquellos que estén dispuestos a recibirlo.

Así llegamos a una concepción no común de las relaciones que vinculan la ciencia con la religión. Pues solemos inclinarnos ante la premisa histórica de que ciencia y religión son dos entes irreconciliablemente antagónicos, y ello a causa de un motivo muy comprensible. Quien esté impregnado de la regularidad causal de todos los hechos considerará imposible el concepto de un ente que intervenga en los sucesos del Universo, ya que en la hipótesis de la causalidad no caben ni la Religión del Miedo ni la Religión Social, o sea Moral. Según ella, es impensable un Dios que recompensa y castiga, que presupone que el hombre actúa según compulsiones externas e internas, de modo que no puede ser responsable ante Dios, como no lo es de sus movimientos un objeto carente de vida. Esta es la causa por la que se acusó a la Ciencia de corromper la Moral, una acusación muy injusta. Para que sea eficaz el comportamiento ético de los hombres debe basarse en la compasión, la educación y en motivos sociales: no necesita de ninguna base religiosa. Sería muy triste por parte de la

humanidad si solo se refrenara por miedo al castigo y por esperanza de un premio después de la muerte.

Es comprensible que desde siempre la Iglesia haya combatido la ciencia y haya perseguido a sus adeptos. Pero opino por otro lado que la Religiosidad Cósmica es el estímulo más alto de la investigación científica. Solo el que pueda imaginar los esfuerzos extraordinarios que hacen falta para abrir nuevos caminos a la ciencia, es capaz de apreciar la fuerza del sentimiento que surge de un trabajo ajeno a la vida práctica. ¡Qué fe más profunda en la racionalidad del universo construido, y qué anhelo por comprender, aun cuando fuera solo una pequeña parte de la razón que revela este mundo, tenían que animar a Kepler y a Newton para que fueran capaces de desentrañar el mecanismo de la mecánica celeste con el trabajo solitario de tantos años!

Quien solo conozca la investigación científica por sus aplicaciones prácticas llegará fácilmente a una concepción falsa del estado de ánimo de los hombres que han abierto el camino de la ciencia. Solo aquel que haya consagrado su vida a objetivos semejantes posee una imagen viviente de lo que ha inspirado y dado fuerza a estos hombres para que a pesar de innumerables fracasos permanecieran fieles a su objetivo. Es la Religiosidad Cósmica la que da esa fuerza. Un contemporáneo ha dicho y no sin razón que en esta época tan fundamentalmente materialista son los investigadores científicos serios los únicos hombres profundamente religiosos.

La religiosidad de la investigación

Difícilmente puede encontrarse un espíritu de investigación científica que carezca de una religiosidad específica, propia. Sin

embargo esta se diferencia de la del hombre ingenuo. Para este, Dios es un ente en cuya solicitud se tiene esperanza, y temor de su castigo —sublimado sentimiento de la relación entre padre e hijo—, un ente con el que se establece, en cierta medida, una relación personal.

Pero el investigador está impregnado por la causalidad de todos los hechos. El futuro no es ni menos importante ni está menos determinado que el pasado. Para él la moral no es una materia divina sino puramente humana. Su religiosidad se apoya en el asombro ante la armonía de las leyes que rigen la Naturaleza, en la que se manifiesta una racionalidad tal, que en contraposición con ella toda estructura del pensamiento humano se convierte en insignificante destello. Este sentimiento es la razón principal de su vida, y puede elevarlo por encima de la servidumbre a los deseos egoístas.

No hay duda de que este sentimiento está muy allegado al que colma los caracteres creadores y religiosos de todos los tiempos.

Paraíso perdido

Aún en el siglo XVII los científicos y artistas de toda Europa estaban tan sólidamente unidos por un idealista lazo común, que su trabajo en cooperación apenas se veía influido por los acontecimientos políticos. El uso generalizado de la lengua latina reforzaba aún más esta comunidad. Hoy contemplamos esta situación como un paraíso perdido. Las pasiones nacionales han destruido la comunidad de espíritus y el latín que antes unía a todos ya no se utiliza. Los científicos se han convertido en representantes de las tradiciones nacionales más radicales y han perdido el sentido de la comunidad.

Estamos ante el desconcertante hecho de que los políticos, los hombres de la vida práctica, se han convertido en exponentes del pensamiento internacional. Son ellos quienes han creado la Sociedad de Naciones.

Necesidad de la cultura ética

Tengo la necesidad de desear suerte y éxito a la Sociedad Para la Cultura Ética, en ocasión de su jubileo. Desde luego, no es precisamente el momento de recordar con satisfacción lo logrado en el campo de la moral durante estos setenta y cinco años. Pues no puede decirse que el desarrollo moral del hombre sea más perfecto ahora que en 1876.

Entonces se creía que todo podía esperarse de la aclaración científica de los fenómenos, combatiendo los prejuicios y las supersticiones. Batalla importante que merecía la atención de los más capaces. En tal sentido se ha logrado mucho en estos setenta y cinco años, sobre todo gracias a la difusión a través de la literatura y desde la escena.

Pero que desaparezcan los obstáculos no implica que se haya ennoblecido la existencia social e individual. Junto a tal acción negativa, la búsqueda de una estructuración ético-moral de la vida en común es de importancia vital. Aquí no nos puede salvar ninguna ciencia. Incluso creo que la sobrevaloración de lo intelectual en nuestra educación, dirigida hacia la eficacia y la practicidad, ha perjudicado los valores éticos. No pienso tanto en los peligros que ha traído el desarrollo técnico de la humanidad sino en la proliferación de un tipo de mutua falta de consideración, de una manera de pensar *matter of fact*, que se ha interpuesto como una capa de hielo entre las relaciones de los unos con los otros.

El perfeccionamiento ético y moral es una meta más cercana a las tareas del arte que a las de la ciencia. También es importante la comprensión de los demás. Pero esta solo da frutos si va acompañada de simpatías y de comprensión.

Fascismo y ciencia

Carta al ministro Rocco, en Roma

Muy estimado colega:

Dos de los científicos italianos de mayor prestigio se han dirigido a mí pidiéndome que le escribiera para evitar una injusticia que amenaza a los hombres de ciencia de Italia. Se trata de un juramento de fidelidad al sistema fascista. La petición consiste en que usted aconseje al señor Mussolini que ahorre esta humillación a los representantes de la ciencia.

Por muy diferentes que sean nuestras opiniones políticas, estoy convencido de que al menos en un punto fundamental estamos de acuerdo: ambos consideramos el desarrollo espiritual europeo como uno de nuestros bienes más importantes. Este se basa en la libertad de opinión y de enseñanza, y en el axioma de que la búsqueda de la verdad se ha de anteponer a todas las demás.

Solo sobre esta base pudo formarse en Grecia nuestra cultura, y volver a surgir en Italia en el Renacimiento. Es un bien que se pagó con el martirio de grandes hombres y por ello aún hoy Italia es querida y venerada.

Lejos de mis propósitos está discutir con usted las intromisiones en la libertad por parte de hombres que pueden justificarse con razones de Estado. Pero la búsqueda de la verdad científica surgida de los intereses prácticos de la vida cotidiana tendría que

ser sagrada para el poder estatal, y es de gran interés para todos el que los servidores de la verdad no sean molestados. Con toda seguridad ello también interesa al Estado italiano y a su prestigio ante el mundo.

De la libertad de enseñanza

A propósito del caso Gumbel

Numerosas son las cátedras, pero escasos los profesores sabios y nobles. Numerosas y grandes son las aulas pero pocos los jóvenes que realmente tienen sed de verdad y justicia. La Naturaleza ofrece muchas formas, pero raramente produce lo hermoso.

¿Por qué quejarse, si lo sabemos todos? ¿No ha sido siempre así, y seguirá siéndolo?

Es así, y tenemos que aceptar lo que nos ofrece la Naturaleza. Pero existe al mismo tiempo un espíritu de los tiempos, propio del sentir de cada generación, que se transmite y que imprime a la sociedad su sello característico. Y a la transformación de este espíritu temporal tiene que contribuir todo el mundo.

¡Comparad el espíritu de la juventud de esta Academia hace un siglo con el que existe hoy! Entonces se creía en un progreso de la sociedad humana, en un respeto por toda opinión honesta, en la tolerancia por la que vivieron y lucharon nuestros clásicos. Entonces existía la búsqueda de una unidad política más grande llamada Alemania. Entonces eran los jóvenes y los profesores académicos los que vivían impregnados de estos ideales.

También ahora se intenta conseguir un proceso social, mayor tolerancia y libertad de pensamiento, una mayor unidad política llamada Europa. Pero ya no son ni la juventud académica, ni el

profesorado los portadores de las esperanzas e ideales del pueblo. Con esto estará de acuerdo todo aquel que contemple nuestra época desapasionadamente.

Nos hemos reunido hoy para reflexionar sobre nosotros mismos. El motivo de esta reunión es el caso Gumbel. Este hombre llevado por su sentido de la justicia ha escrito con valentía y objetividad ejemplares sobre crímenes políticos despiadados, prestando con ello un gran servicio a la sociedad. Estos días vemos cómo los estudiantes y parte del profesorado de su propia universidad lo atacan, a la vez que intentan expulsarlo del claustro.

La pasión política no puede ir tan lejos. Estoy convencido de que aquel que lea los libros de Gumbel con espíritu abierto tendrá una opinión parecida a la mía. Si queremos llegar a una sociedad políticamente sana, necesitamos a hombres como este.

¡Que cada cual juzgue ateniéndose a su opinión personal, basada en sus propias lecturas, pero que no se base en lo que dicen otros!

Si así se hace, tras un comienzo poco honroso, el caso Gumbel podrá aún originar algo bueno.

Métodos modernos de inquisición

La inteligencia de este país tiene que enfrentarse con un problema muy serio. Mediante la simulación de un peligro externo, los políticos reaccionarios han logrado que el público desconfíe de todas las actividades intelectuales. Basándose en este éxito pueden oprimir la libertad de enseñanza y expulsar de sus puestos a todos aquellos que no sean dóciles.

¿Qué debe hacer la minoría de los intelectuales contra esta manera de obrar tan injusta?

Yo solo veo abierto el camino revolucionario de negarse al trabajo en común, en el sentido de Gandhi.

Todo intelectual citado por un comité tendría que negarse a declarar, es decir, estar dispuesto a dejarse encarcelar y arruinar económicamente, en resumen, sacrificar sus intereses personales a los intereses culturales de su país.

Esta actitud de negativa no debería basarse en el conocido truco de la autoacusación, sino en que para un ciudadano íntegro es indigno ponerse en manos de una especie de Inquisición que además atenta contra el espíritu de la Constitución. Si se encontraran suficientes personas dispuestas a emprender este camino tan duro, el éxito las acompañaría. Si tal no es el caso, entonces los intelectuales de este país no se merecen nada mejor que la esclavitud que les estaba destinada.

Educación para una independencia en el pensar

No es suficiente enseñar a los hombres una especialidad. Con ello se convierten en algo así como máquinas utilizables pero no en individuos válidos. Para ser un individuo válido el hombre debe sentir intensamente aquello a lo que puede aspirar. Tiene que recibir un sentimiento vivo de lo bello y de lo moralmente bueno. En caso contrario se parece más a un perro bien amaestrado que a un ente armónicamente desarrollado. Debe aprender a comprender las motivaciones, ilusiones y penas de las gentes para adquirir una actitud recta respecto a los individuos y a la sociedad.

Estas cosas tan preciosas las logra el contacto personal entre la generación joven y los que enseñan, y no —al menos en lo

fundamental— los libros de texto. Esto es lo que representa la cultura ante todo. Esto es lo que tengo presente cuando recomiendo *Humanidades* y no un conocimiento árido de la Historia y de la Filosofía.

Dar importancia excesiva y prematura al sistema competitivo y a la especialización en beneficio de la utilidad, segrega al espíritu de la vida cultural, y mata el germen del que depende la ciencia especializada.

Para que exista una educación válida es necesario que se desarrolle el pensamiento crítico e independiente de los jóvenes, un desarrollo puesto en peligro continuo por el exceso de materias (sistema puntual). Este exceso conduce necesariamente a la superficialidad y a la falta de cultura verdadera. La enseñanza debe ser tal que pueda recibirse como el mejor regalo y no como una amarga obligación.

Educación y educadores

¡Muy estimada señorita!

He leído unas dieciséis páginas de su manuscrito... y me he sonreído. Es muy prudente, bien observado, de alguna manera independiente, y sin embargo típicamente femenino: pensado y escrito con resentimiento. También a mí los profesores me trataron de modo parecido, tampoco me quisieron a causa de mi independencia, y también me evitaron cada vez que necesitaban a ayudantes (debo decir que como alumno fui algo más negligente que usted). Pero no me tomé el trabajo de escribir mis experiencias de estudiante, ni mucho menos de sugerir a otros que las leyesen o imprimiesen. Quejándonos de gentes que procuran vivir según su criterio hacemos siempre mal papel.

Guárdese pues su temperamento en el bolsillo, y conserve este manuscrito para sus hijos, que leyéndolo se consolarán de lo que sus profesores piensen o digan de ellos.

Aparte de esto, he venido a Princeton como investigador y no como educador. Se educa demasiado, sobre todo en los colegios norteamericanos. No hay mejor educación que el ejemplo, aunque sea el ejemplo de un monstruo.

A los colegiales japoneses

Si hoy os hago llegar este saludo, colegiales japoneses, es que puedo hacerlo con conocimiento de causa. He visitado el hermoso Japón y he visto sus ciudades y sus casas, sus montañas y sus bosques, y a los niños japoneses que allí viven y que aman a su patria. Tengo siempre sobre mi mesa un libro muy grande y gordo lleno de dibujos en colores hechos por niños japoneses.

Cuando recibáis desde tan lejos mi saludo, pensad que antes de nuestros tiempos, en que los hombres de diferentes países se entienden y simpatizan, los pueblos vivían desconociéndose y sin procurar comprenderse. ¡Que el entendimiento fraternal entre los pueblos pueda crecer cada vez más! Este viejo os saluda, colegiales japoneses de lejanos hogares y sitios, con este deseo: que vuestra generación haga avergonzarse a la mía.

Profesores y alumnos

Alocución a los niños

Es el verdadero arte del maestro despertar la alegría por el trabajo y el conocimiento.

¡Queridos niños!

Me alegra ver en este día a la gozosa juventud de una tierra bendita y soleada.

Pensad que las cosas maravillosas que podréis aprender en vuestras escuelas son el trabajo de muchas generaciones, que en todos los países de la tierra las lograron con mucho afán y mucha fatiga. Las ponemos en vuestras manos como herencia, para que las respetéis, desarrolléis, y fielmente las entreguéis a vuestros hijos. Así es cómo nosotros, los mortales, nos hacemos inmortales, transmitiendo el trabajo hecho por todos.

Si pensáis en esto, encontraréis sentido a la vida y a vuestros esfuerzos, y podréis transmitir vuestras certeras convicciones a otros pueblos y otras épocas.

Los cursos de la Academia de Davos

Senatores boni viri, senatus autem bestia. Así escribió un amigo mío, catedrático suizo, en su humorístico estilo, a una facultad que lo había irritado. Las sociedades tienen menos sentido de responsabilidad y menos conciencia que el individuo. ¡Cuántos sufrimientos, guerras y opresiones acarrea esto a la humanidad, y de cuánto horror llena la tierra!

Y sin embargo los resultados más valiosos solo se logran por medio del trabajo conjunto e impersonal de todos. Y qué mejor

alegría que emprender en equipo y con el propósito de dar lo mejor de sí un trabajo cuya única meta es la vida y la cultura ajenas.

Por eso me produjo gran alegría oír hablar de los cursos de la Academia de Davos. En ella se realiza con inteligencia y amplitud de miras un trabajo de rescate cuya necesidad no puede ser comprendida por todos a primera vista. Pues muchos jóvenes van a ese valle maravillosamente soleado con la ilusión de recobrar la salud. Pero al poco tiempo una voluntad normalmente templada puede empezar a debilitarse, el resorte espiritual puede aflojarse, y perder así el sentido del valor de la lucha por la vida. Los jóvenes se transforman más o menos en plantas de invernadero, y aun después de haber curado corporalmente encuentran dificultades para retomar el camino de la normalidad. Esto sucede muy a menudo a los estudiantes. Y la interrupción del ejercicio intelectual en los años decisivos del desarrollo deja como secuela un claro que más tarde ya no puede llenarse.

Y sin embargo un trabajo intelectual moderado no perjudica a la salud. Más bien la beneficia, como podría hacerlo un ejercicio físico razonable. Esta idea es el origen de la Academia, que no solo encarna una formación profesional preparatoria sino que busca una forma de estimular la actividad. Es un sistema que contempla el trabajo, el perfeccionamiento intelectual y la higiene.

No olvidemos tampoco que, al organizar estos cursos, se contempla también un fomento de las relaciones entre personas de diferentes países, con lo cual se fortificará una Europa comunitaria. Los alcances en ese sentido están condicionados por las circunstancias políticas. Pero el trabajo en comunidad refuerza la comprensión internacional, sean cuales sean las circunstancias externas.

Por todo lo dicho me alegra que la energía y la prudencia con que se instituyó la Academia de Davos hayan llevado a cabo su designio inicial, y que desaparezcan las dificultades con que

tropezaron al fundarla. ¡Que pueda prosperar y enriquecer interiormente a muchas personas valiosas librando a más de uno de la austeridad de los sanatorios!

Discurso ante la tumba de H. A. Lorentz

Estoy ante la tumba (1853-1928) de uno de los más importantes y eximios científicos contemporáneos, en representación de los científicos de habla alemana, en particular de la Academia Prusiana de Ciencias, pero ante todo en mi calidad de fervoroso discípulo. Su genio luminoso descubrió el camino que conducía desde las enseñanzas de Maxwell hasta la física de nuestros días, a la que contribuyó con su método y obras.

Conformó su vida como una preciosa obra de arte hasta el menor detalle. Allí donde trabajaba, su bondad e infalible grandeza de corazón, su sentido de lo justo unido a la visión intuitiva de las gentes y de las circunstancias hacían de él un líder. Todos lo siguieron con alegría, sintiendo que no quería dominar sino servir. Su trabajo y su ejemplo nos iluminaron durante generaciones.

La actuación de H. A. Lorentz al servicio de la cooperación en el trabajo

Con la creciente especialización de la investigación científica que trajo consigo el siglo XIX, es muy raro el caso de hombres que, ocupando una posición destacada en la ciencia, aún encontraran fuerzas para dedicarse a importantes servicios a la sociedad en el campo de la organización internacional y en el de la política. Para

ello no basta con tener capacidad de trabajo e inteligencia sino que hay que estar ubre de prejuicios nacionales. No he conocido a nadie que reuniera todas estas condiciones de modo tan satisfactorio como H. A. Lorentz. La asombrosa influencia de su personalidad se debe a lo que sigue: por lo común a un carácter independiente y tenaz no le gusta inclinarse ante la voluntad ajena, y no se deja guiar por otros. Pero, al sentarse Lorentz en la presidencia, se formaba una atmósfera de compañerismo muy ajena a la disparidad de objetivos y de opiniones allí presentes. El secreto de este éxito se debe no solo a su rápida comprensión de los hombres y de las cosas y a su dominio de las lenguas, sino que reside fundamentalmente en el hecho de que todos sentían que estaba totalmente entregado al tema del que se trataba.

A partir de la guerra Lorentz se limitó a actuar en lo que se refería a la presidencia de congresos internacionales de física. Entre estos hay que nombrar los dos de Solvay, reunidos en los años 1909 y 1911 en Bruselas. Después vino la guerra europea, que para todos los que trabajaban en favor de un progreso de las relaciones humanas significó un duro golpe. Durante la guerra, Lorentz ofreció sus servicios a la Organización Internacional para la reconciliación. Sus esfuerzos se dirigieron sobre todo al restablecimiento de las organizaciones científicas. La dificultad de este trabajo es casi imposible de imaginar para quienes no hayan participado en dichas organizaciones. El odio acumulado durante la guerra sigue perdurando al terminar esta, y muchas gentes de influencia persisten en su actitud intransigente. El trabajo de H. A. Lorentz fue el del médico que debe curar a un enfermo que no quiere tomar el remedio que lo curará.

Pero no se dejaba amilanar cuando se sabía en un camino justo. Apenas terminada la guerra se entregó al trabajo de la dirección del *Conseil de la Recherche* fundado por científicos de los países vencedores con exclusión de los científicos y de las

organizaciones de las «potencias centrales». Intentaba influir en esta institución para que se ampliara, convirtiéndose así en una organización verdaderamente internacional. Él y otros científicos bien intencionados consiguieron, tras repetidos esfuerzos, que el tristemente célebre apartado de exclusión fuera suprimido de los estatutos del *Conseil*. Con lo cual no se llegó a la normalización total del trabajo científico internacional, pues tras casi diez años de ausencia de las reuniones, los científicos de las «potencias centrales» se acostumbraron a mantener una postura de oposición. Existe sin embargo la esperanza de que a través de la actitud desinteresada de Lorentz se llegue a una reconciliación completa.

H. A. Lorentz prestó además sus servicios en la Comisión para la Cooperación Internacional en el Trabajo Intelectual, creada hacía unos cinco años bajo el patrocinio de Bergson. Desde hacía un año, H. A. Lorentz era vocal de esta Comisión, que facilitaría el desempeño del trabajo intelectual y artístico de los diferentes círculos culturales con el respaldo del Instituto de París. La fuerza de su personalidad guiaría también a esta Comisión por el buen camino. Su lema nunca expresado pero siempre cumplido fue: «No dominar, servir».

¡Que su ejemplo pueda ser imitado, para que tal espíritu se difunda!

H. A. Lorentz como creador y como personalidad

Hacia fines de siglo, H. A. Lorentz era considerado el máximo exponente de los físicos teóricos de todas las naciones, y con razón. Los físicos de las generaciones más jóvenes no se dan cuenta del papel esencial que desempeñó en la formación de las

ideas fundamentales de la física moderna. Hoy estamos ya tan familiarizados con ellas que resulta difícil reconocer su papel innovador, así como la simplificación que supo aportar a las teorías elementales.

Cuando H. A. Lorentz empezó a investigar, ya se había comprobado la teoría de Maxwell sobre electromagnetismo. Pero iba acompañada de una extraña explicación de sus fundamentos, que impedía determinar con claridad las causas fundamentales. El concepto de campo había eliminado la noción de efectos distantes, pero los campos eléctrico y magnético aún no eran concebidos como entidades originarias, sino como estados de la materia ponderable manejada como si fuera continua. En consecuencia, el campo eléctrico estaba separado del vector de fuerza eléctrica y del vector de traslación dieléctrica. Estos dos campos estaban, en el caso más sencillo, relacionados a través de la constante dieléctrica, pero en principio eran considerados como entes independientes. Lo mismo ocurría con el campo magnético. Tal concepción fue la responsable de que se manejara el espacio vacío como un caso particular de la materia ponderable, en el que la relación entre intensidad de campo y traslación era especialmente sencilla. Pero, por encima de todo, tal interpretación motivó que el campo eléctrico y el magnético pudieran ser concebidos con independencia del estado de movimiento de la materia que actuaba como transmisora del campo.

Podemos formarnos una clara idea de la interpretación mayoritaria de la electrodinámica de Maxwell examinando el estudio de la electrodinámica de cuerpos en movimiento realizado por Heinrich Hertz.

Aquí comienza el trabajo revelador de H. A. Lorentz, quien basó la investigación en las siguientes hipótesis:

Situar el campo electromagnético en el espacio vacío. En este solo existen *un* vector de campo eléctrico y *uno* magnético. Este

campo se origina por cargas eléctricas atómicas sobre las que actúa a su vez el campo. El campo electromagnético y la materia ponderable solo se pueden relacionar si las cargas eléctricas elementales y los átomos de la materia son intensamente dependientes entre sí. Para los átomos es válida la ley del movimiento de Newton.

Sobre esta base, Lorentz formuló una teoría completa de todos los fenómenos electromagnéticos que se conocían en aquella época. Es una obra que alcanzó una claridad, una belleza y una estructuración lógica pocas veces lograda en una ciencia que se basa en la experiencia. El único fenómeno que no se pudo explicar sin ayuda de suposiciones fue el famoso experimento de Michelson-Morley. Sería impensable que este experimento hubiera sido explicado por la teoría de la relatividad espacial sin haber situado el campo electromagnético en el espacio vacío. El paso decisivo consistió en analizar las ecuaciones de Maxwell en el espacio vacío, o, tal como se decía tiempo atrás, en el éter.

H. A. Lorentz descubrió incluso la llamada «Transformación de Lorentz», por supuesto sin tener en cuenta sus propiedades de grupo. Para él las ecuaciones de Maxwell solo eran válidas en un sistema determinado de coordenadas, que, debido a su inmovilidad frente a los demás sistemas de coordenadas, parecía óptimo. Por cierto se trata de un hecho paradójico, pues la teoría parecía limitar el sistema inercial aún más que la mecánica clásica. Esta circunstancia, que desde el punto de vista empírico parecía totalmente infundada, tenía que conducir a la teoría de la relatividad restringida.

Por gentileza de la Universidad de Leiden, yo viajaba con frecuencia a dicha ciudad, donde acostumbraba dormir en casa de mi inolvidable amigo Paul Ehrenfest. Esto me permitió acudir a muchas de las conferencias que H. A. Lorentz, una vez retirado de la docencia, daba con regularidad para un reducido número de

jóvenes físicos. Todo lo que decía este genio extraordinario era tan claro como una buena obra de arte. Se tenía la impresión de que todo surgía con facilidad y sin apenas trabajo.

Si nosotros, de jóvenes, solo hubiéramos conocido a H. A. Lorentz por su capacidad intelectual, nuestro respeto y admiración habrían sido ya mayores de lo corriente. Pero con esto no expreso todo lo que siento cuando pienso en él. Como persona significaba mucho más que todas las demás que conocí.

Dominaba la Física y las Matemáticas tal como se dominaba a sí mismo, sin esfuerzo alguno. Su nada común carencia de debilidades humanas nunca abrumó a los demás. Todos experimentaban su superioridad, pero nadie se sentía vejado por ella. Pues pese a comprender a las claras el comportamiento humano, tenía una indulgencia amistosa hacia todo. Nunca actuaba de manera dominante, estaba siempre dispuesto a ayudar. Estaba convencido de que nuestra comprensión no podía profundizar en la entidad de las cosas. Solo pude apreciar más tarde esta concepción entre escéptica y humilde.

El lenguaje —o al menos el mío— no puede hacer justicia al tema en este breve articulo. Por eso me gustaría citar dos expresiones de Lorentz que me impresionaron muy particularmente:

—Me hace feliz el hecho de pertenecer a un país demasiado pequeño para cometer locuras.

A alguien que durante la primera guerra mundial quería convencerlo de que el destino está determinado por el poder y por la fuerza contestó:

—Es posible que tenga razón, pero no quiero vivir en un mundo con esas características.

Josef Popper-Lynkeus

Fue más que un inteligente ingeniero y escritor: perteneció al reducido número de personalidades en las que se materializa la conciencia de una generación. Nos ha enseñado que la sociedad es responsable del destino de un individuo y nos ha mostrado el camino a seguir para realizar este deber. El Estado no era para él un fetiche. Basaba el derecho del Estado a exigir sacrificios de un individuo únicamente en el deber que la sociedad tiene de posibilitar a la personalidad individual un desarrollo armónico.

En los setenta años de Arnold Berliner

Quiero explicar, tanto a mi amigo Arnold Berliner como a los lectores de su revista *Las Ciencias de la Naturaleza*, por qué valoro tanto su obra. Y solo puedo hacerlo en esta fecha porque nuestra educación en lo objetivo ha hecho de todo lo personal un tema tabú, solo mencionable en ocasiones fuera de lo común, como esta.

¡Después de esta embestida a favor de una liberación, volvamos a lo objetivo! El círculo de los fenómenos de la realidad abarcados por la Ciencia ha aumentado considerablemente y la comprensión se ha hecho más profunda en todos sus campos. Pero en cambio la capacidad humana está estrechamente limitada. Ello obliga a que la actividad del científico, individualmente, deba dirigirse a un sector cada vez menor del conocimiento total. E incluso resulta cada vez más difícil que la comprensión de la totalidad de la Ciencia pueda ir a la par con el desarrollo. Se está llegando a una situación comparable a la que simbólicamente describe la Biblia en la historia de la Torre de Babel. Todo investigador serio

es consciente de esta limitación involuntaria, que amenaza con robarle la visión perspectiva y con degradarle al estado de mero peón.

Todos hemos padecido esta condena, y nada hicimos para evitarla. Pero Arnold Berliner ha conseguido un sistema ejemplar para el área de habla alemana. Comprendiendo que las revistas de popularización ya existentes bastaban para difundir conocimiento entre los legos, comprendió también que hacía falta una revista dirigida con mucho cuidado al investigador deseoso de orientarse en cuanto al desarrollo de los problemas, métodos y resultados científicos para formarse un juicio propio. A lo largo de muchos años ha seguido este objetivo con gran inteligencia y dedicación, prestando de esta manera un servicio tanto a la Ciencia como a nosotros, y de ello le estamos muy agradecidos.

Su empeño ha sido conseguir la colaboración de los autores científicos más destacados, y persuadirlos de que expusieran sus temas en un lenguaje asequible a quienes no son especialistas. A menudo ha contado sus luchas para conseguirlo. Una vez me las expresó preguntando: «¿Qué es un autor científico?». Respuesta: «Un cruce de mimosa y puerco espín». La lucha de Berliner por conseguir claridad y amplitud en los textos ha ayudado en gran medida a que los problemas, métodos y resultados de la Ciencia fueran conocidos por un gran número de personas. Reconocer su trabajo para que perdure es tan importante como resolver un problema individual.

Saludo a George Bernard Shaw

Difícil es encontrar a un hombre que sea tan independiente y que, percibiendo las debilidades y simplezas de sus

contemporáneos, permanezca inmune a ellas. Pues, cuando esos seres solitarios descubren la obstinación de los hombres, suelen perder el valor que hace falta para esforzarse por la regeneración de la humanidad. Y muy pocos son los que pueden fascinar a su generación por medio de un afinado humor y de la gracia, que comunican por medio del camino impersonal del espejo. Saludo hoy con la más cordial simpatía al mayor maestro de este arte, que a todos nos ha alegrado e… inquietado.

Bertrand Russell y el pensamiento filosófico

Cuando la revista me pidió que escribiera algo sobre Bertrand Russell, la admiración y el respeto que siento por este autor me hicieron aceptar enseguida. Las lecturas de sus obras me han hecho pasar muchos ratos felices, lo cual no puedo decir de ningún autor científico contemporáneo, salvo Thorstein Veblen. Pero pronto me di cuenta de que era más fácil comprometerme con la tarea que llevarla a cabo. Había prometido escribir algo sobre Russell como filósofo y teórico del conocimiento. Apenas empecé, descubrí lo escurridizo del terreno en que me movía, terreno en el que además actuaba como un extraño, ya que hasta ahora me había dedicado exclusivamente a la física. Los iniciados encontrarán un poco ingenuo lo que pueda alegar. Me consuelo sin embargo con la idea de que alguien con experiencia en alguna región de la Ciencia está más capacitado que quienes no desarrollan ninguna actividad intelectual.

En el desarrollo del pensamiento filosófico a lo largo de los siglos ha desempeñado un papel fundamental la siguiente pregunta. ¿Qué conocimiento puede obtener el pensamiento,

independientemente de las impresiones de los sentidos? ¿Existen esos conocimientos? Si no existen, ¿qué relación hay entre nuestro conocimiento y el material obtenido por nuestras impresiones sensoriales? De estas preguntas y de otras estrechamente vinculadas con ellas se desprende un inmenso caos de opiniones filosóficas. Dentro de este proceso evolutivo relativamente infructuoso, existe pese a todo un camino sistemático que consiste en poner en duda, cada vez más, los intentos de descubrir algo respecto al «mundo objetivo» mediante el razonamiento puro. El «mundo objetivo» es el mundo de las cosas en oposición al mundo de las «suposiciones e ideas». Dicho sea de paso, aquí hemos hecho uso de las comillas como si se tratara de citas de un verdadero filósofo, solo para introducir un concepto ilegítimo que el lector debe tolerar por el momento.

La creencia en la posibilidad de encontrar lo cognoscible mediante el pensamiento puro estaba muy extendida en los inicios de la Filosofía. Es una ilusión posible para todo aquel que por un momento se olvide de lo que le han enseñado la Filosofía y las Ciencias de la Naturaleza posteriores, y no debe asombrar el que Platón se suscribiera a la «Idea» como a una especie de realidad superior a la realidad de los fenómenos empíricamente experimentables.

Tal noción parece haber desempeñado aún un papel importante en Spinoza y hasta en Hegel. Alguien podría preguntarse si no resulta imposible lograr algo en el campo del pensamiento filosófico sin tener una ilusión anterior. Pero nosotros no vamos a formular esta pregunta.

Esta última ilusión, más aristocrática, de la capacidad ilimitada del pensamiento, se enfrenta con la ilusión más plebeya del realismo ingenuo, según la cual las cosas «son» tal como las perciben nuestros sentidos. Esta ilusión domina la vida cotidiana de

los animales y de los hombres. Es también el punto de partida de las Ciencias de la Naturaleza.

La superación de estas dos ilusiones no es independiente de ellas. La superación del realismo ingenuo ha sido relativamente fácil. Russell ha descrito este proceso en la introducción de su libro *An Inquiry into Meaning and Truth* de la siguiente manera:

«Todos empezamos en el "realismo ingenuo", esto es, en la doctrina de que las cosas son lo que parecen. Suponemos que la hierba es verde, el hielo frío y las piedras duras. Pero el físico nos asegura que el verde de la hierba, el frío del hielo y la dureza de las piedras no son el verde, el frío y la dureza que conocemos a través de nuestra experiencia, sino algo totalmente diferente. El observador que cree estar observando una piedra está en realidad observando las acciones de la piedra sobre sí misma, si creemos lo que dicen los físicos. Por esto la Ciencia parece contradictoria: pues se considera a sí misma como muy objetiva pero cae bajo la influencia de la subjetividad en contra de su voluntad. El realismo ingenuo conduce a la Física, y esta demuestra que tal realismo ingenuo es falso mientras sea consecuente consigo mismo. Lógicamente falso, por tanto falso».

Aparte de su extraordinaria formulación, estas líneas nos enseñan algo en lo que nunca había pensado. El pensamiento de Berkeley y Hume parece estar en conflicto con el pensamiento de las Ciencias de la Naturaleza. Pero la observación de Russell descubre un punto en común: Berkeley se basa en que a través de los sentidos no comprendemos directamente las «cosas» del mundo exterior, sino que solo percibimos hechos casualmente relacionados con apariencia de «cosas». Reflexión que extrae su fuerza de persuasión de la confianza en el pensamiento físico. De tal manera no hay necesidad de introducir algo entre el objeto y el acto sensorial de percepción, que los separe y que vuelva problemática la «existencia del objeto».

Este mismo pensamiento físico, unido a sus éxitos prácticos, fue también lo que ha hecho desaparecer la confianza en la posibilidad de comprender las cosas y sus relaciones mediante el pensamiento especulativo. Poco a poco fue imponiéndose el convencimiento de que todo conocimiento de las cosas tenía que proceder de una asimilación del material proporcionado por los sentidos. En esta formulación general es válida la ley anterior. Pero este convencimiento no se debe a que alguien haya demostrado ya la imposibilidad de alcanzar una comprensión de lo real siguiendo el camino puramente especulativo, sino a que la fuente del conocimiento ha sido siempre el camino empírico. Galileo y Hume fueron los primeros en defender con claridad y determinación esta ley fundamental.

El anhelo del hombre exige un conocimiento seguro. Por ello, el trabajo de Hume pareció desmoralizador: los sentidos, única fuente de nuestro conocimiento, nos pueden llevar por medio de la costumbre a creencias y esperanzas, pero no al conocimiento, ni siquiera a la comprensión de relaciones reguladas. En este punto introdujo Kant su idea, insostenible a causa de la forma expresada por él, pero que sin duda era un paso adelante en la solución del dilema de Hume: el origen empírico de un conocimiento nunca es seguro. Por consiguiente, si tenemos conocimientos seguros, ellos han de estar basados en la razón. Tal es lo que se piensa respecto a las leyes de la Geometría y al Principio de Causalidad. Estos y otros conocimientos determinados son, por decirlo así, parte del instrumental del pensamiento, por tanto no se han conseguido a través de los sentidos (esto es, son conocimientos *a priori*). Hoy todo el mundo sabe que los conocimientos mencionados no tienen nada de seguros, como opinaba Kant, sino que responden a una necesidad interior. Una vez llegados aquí, creo que la comprobación de que estamos bastante «justificados» al concebir esos conceptos es cierta. Ningún camino lleva a los conceptos

desde la experiencia sensorial, si miramos desde el punto de vista lógico.

En mi opinión, el argumento puede llevarse más lejos: los conceptos que aparecen en nuestro pensamiento y en nuestro lenguaje —desde un punto de vista lógico— son creaciones libres del pensamiento, y por tanto no se pueden obtener inductivamente de los sentidos. Ello no es tan evidente como parece debido a que estamos acostumbrados a relacionar ciertos conceptos con determinadas experiencias sensoriales situadas en el mundo de los conceptos.

Por ejemplo, los números son con toda certeza una invención del pensamiento humano que facilita la ordenación de algunas experiencias sensoriales. Pero no hay ningún método para obtener este concepto de número, porque pertenece al pensamiento precientífico, en el que aún puede reconocerse con facilidad el carácter constructivo. A medida que consideremos conceptos más primitivos de la vida cotidiana, las costumbres enraizadas nos dificultarán cada vez más el reconocimiento de los conceptos como creaciones independientes del pensamiento. Por lo tanto, de lo anterior se podría llegar a una teoría que considerase que los conceptos surgen de la experiencia por «abstracción», es decir, suprimiendo una parte de su contenido. Voy a intentar explicar lo funesta que resulta esta interpretación.

Si alguien adopta la opinión de Hume, llega a creer con facilidad que hay que evitar todos los conceptos y expresiones que no deriven de los sentidos. Pues lo que da contenido al pensamiento es precisamente la relación que se pueda establecer con la actividad sensorial. Esto último sí lo considero cierto, pero no los requisitos a los que ha de ceñirse el pensamiento. Pues esta pretensión —llevada a sus últimas consecuencias— dejaría fuera a todo el pensamiento «metafísico».

Quede claro pues qué es lo que quiero dar a entender cuando digo que, a través de su clara crítica, Hume no solo no ha favorecido a una parte de la filosofía, sino que involuntariamente la ha puesto en peligro, motivando la aparición de un «miedo a la metafísica» que se ha convertido en una enfermedad de la filosofía empírica actual; esta enfermedad es el polo opuesto del antiguo filosofar, en que se creía posible suprimir todo lo que guardaba relación directa con la percepción sensorial.

Pese al maravilloso análisis que Russell nos ofrece en su libro *Meaning and Truth*, creo que también en este caso el fantasma del miedo a la metafísica es responsable de algunos defectos. Por ejemplo, creo que es ese miedo el que ha motivado el que «cosa» se interprete como «conjunto de cualidades» en el que estas son aquello que se percibe a través de los sentidos. Esto implica que dos cosas solo pueden ser la misma si concuerdan en todas sus cualidades. Con lo cual habría que incluir entre las cualidades las relaciones geométricas de las cosas (bajo condición, si no, de considerar, siguiendo a Russell, a la torre Eiffel y a la de Nueva York como la misma cosa).

Por consiguiente, no veo ningún peligro «metafísico» en el hecho de considerar a la cosa (objeto, en el sentido de la física) como un concepto independiente dentro del sistema, conectado con la correspondiente estructura tiempo-espacio.

La consideración de la obra intelectual de Russell me ha dado la alegría de que, pese a todo, en el último capítulo, diga que no se puede prescindir de la «metafísica». A esto puedo objetar únicamente la idea intelectual que se lee entre líneas.

El entrevistador

Si, por un lado, es incómodo que se exija públicamente de alguien que se haga responsable de todo lo que ha dicho, sea en broma, sea en un momento de cólera o de excitación, por otro, también resulta hasta cierto punto razonable y natural. Pero si a ese alguien se le exige que justifique palabras puestas en su boca sin posibilidad de recaudo, pasa a ser digno de compasión: «¿Quién sería tan malvado como para hacerlo?», preguntarás. Lo sabe quien tenga la popularidad suficiente para ser entrevistado por un reportero. Sonreirás con incredulidad, pero yo lo he experimentado y te lo explicaré.

Imagina que una mañana viene a verte un reportero y te pide amistosamente que le cuentes algo acerca de tu amigo N. En un primer momento te indignarás. Enseguida caerás en la cuenta de que no tienes escapatoria. Si te niegas, escribirá: «Interrogué sobre N. a uno de sus amigos, pero eludió prudentemente responder». El lector sacará consecuencias inevitables. No hay escapatoria pues, y contestarás:

El señor N. es una persona decente y querida por todos sus amigos. A todo sabe encontrarle el lado bueno. Es emprendedor, muy trabajador, y dedica todas sus facultades a su profesión. Ama a su familia, pone todo lo que posee a disposición de su mujer-Versión del reportero: el señor N. no se toma nada en serio, pero tiene el don de hacerse querer por la gente, sobre todo porque se afana por mostrarse afable y zalamero. Es esclavo de sus tareas hasta el punto de que nunca reflexiona sobre las circunstancias o las materias ajenas a la suya. Es tan ilimitadamente solícito con su mujer, que satisface todos sus caprichos...

Un reportero auténtico le pondría más pimienta, pero para ti y para tu amigo N. con esto será más que suficiente. La persona en cuestión se encontrará al otro día con el diario, y su furia contra ti

no tendrá límites, por más sereno y benévolo que sea su natural. Desaire refinado que te duele de modo más indecible cuanta mayor sea la verdadera estima que le tengas.

¿Qué harías en ese caso, querido amigo? Cuando hayas descubierto un sistema, corre a informarme, así podré copiártelo a todo escape.

Felicitación a un crítico

Ver con los propios ojos, sentir y juzgar sin dejarse influenciar por la moda de turno, poder decir lo visto y lo sentido en una escueta frase o en una sola palabra amasada con arte, ¿no es una maravilla? ¿No es suficiente motivo para felicitarlo?

Mis primeras impresiones de Norteamérica

Tengo que cumplir la promesa de escribir algo acerca de mis primeras impresiones sobre este país. No me resulta nada fácil. Pues ¿cómo ubicarme en un punto de vista objetivo si he venido a Estados Unidos con tanto cariño y tanto respeto?

Para empezar, unas palabras sobre lo siguiente:

El culto de la personalidad siempre me ha parecido una injusticia. Es verdad, la Naturaleza reparte sus dones con mucha diversidad entre sus hijos. Pero por suerte hay muchos bien dotados, y estoy seguro de que la mayor parte de ellos lleva una vida tranquila y retirada. No me parece justo, ni siquiera de buen gusto, que de todos ellos solo unos pocos sean desmedidamente

admirados, y que se les atribuyan fuerzas espirituales y facultades sobrehumanas. Tal ha sido en efecto mi destino, y hay un contraste grotesco entre la capacidad y el rendimiento que se me atribuyen y lo que en realidad soy. La conciencia de tan extravagantes opiniones sería insoportable si no fuera que ellas mismas me dan un hermoso consuelo: regocija el que en una época tan acabadamente materialista se conviertan en héroes a hombres cuyos únicos objetivos están en lo intelectual y en lo moral. Eso demuestra que para una gran mayoría las nociones de Conocimiento y de Justicia prevalecen sobre las de Poder y Posesión. Según mis experiencias, es notoriamente elevada la proporción de gente que vive en Estados Unidos según este enfoque idealista, a la vez que otra proporción equivalente se rige por miras tan solo materialistas. Después de esta introducción vuelvo a mi tema del comienzo, con la esperanza de que mis opiniones no reciban mayor consideración de la que merecen.

Lo primero que llena de estupor al visitante es la superioridad en el terreno de la técnica y la organización. Lo previsto para el uso cotidiano es más sólido y resistente que en Europa, las casas son de una funcionalidad increíble. Todo está planeado para ahorrar mano de obra. Esta es cara, ya que el país está poco poblado en relación a sus riquezas naturales, y este costo estimula hasta grados maravillosos el desarrollo de la técnica y de los sistemas de producción. Se piensa en los casos tan opuestos de China y la India, donde el precio insignificante de la mano de obra impide el desarrollo de máquinas auxiliares. Europa se sitúa entre los dos.

Cuando la maquinaria está suficientemente desarrollada llega a ser menos costosa que la ya barata mano de obra. Podrían pensárselo los fascistas de Europa, que fomentan el aumento de la población basándose en los sentimientos patrióticos de la gente. Todo aquello contrasta con la ansiedad con la que Estados Unidos se opone a toda importación de mercancías. La vigencia de la Ley

de Prohibición cuando llega la hora de pasar sus aduanas… Pero en verdad, no se le pide al visitante inofensivo que se rompa demasiado la cabeza, y a fin de cuentas no es muy probable que las preguntas reciban respuestas razonables.

Llama también la atención del visitante una actitud gozosa, positiva ante la vida. La sonrisa de las gentes en las fotografías simboliza una de las primacías americanas. El norteamericano es amistoso, simpático, optimista y… nada envidioso. El europeo siente la comunicación con él candorosa, agradable.

El europeo es en cambio más crítico, más reflexivo, menos bondadoso, menos dispuesto a ayudar, más exigente en sus diversiones y en sus lecturas; mucho más, o mucho menos, pesimista.

La comodidad de la vida, el confort, tienen un gran papel aquí. Pero a la vez se ha sacrificado la paz, la despreocupación, la seguridad. El norteamericano vive una meta, un futuro. La vida para él es un será, no un es. En este sentido se parece más a los rusos, a los asiáticos, que a los europeos.

Se parece aún más a un asiático en otro aspecto: es mucho menos individualista que el europeo, desde el punto de vista psicológico, no económico.

El «nosotros» es aquí más fuerte que el «yo». De ello resulta que las costumbres y las convenciones sean tan poderosas, y que la concepción de la vida de los individuos, así como sus ideas morales y sus gustos, sean mucho más uniformes que en Europa. Esta circunstancia permite en gran parte la superioridad económica de Norteamérica sobre Europa. Pues facilita la cooperación y el reparto del trabajo, sea en fábricas, en universidades o en instituciones benéficas privadas. Este enfoque de lo social tiene que agradecer en parte a la tradición inglesa.

Todo lo cual parece estar en contradicción con el hecho de que la esfera de influencia del Estado es relativamente menor en proporción a lo que es en Europa. El europeo se asombra de que el

teléfono, el telégrafo, los ferrocarriles y la enseñanza estén en manos de empresas privadas. Esto es posible aquí gracias a esa ya mencionada mayor sociabilidad del individuo. Lo cual conlleva el que no exista en la distribución del trabajo una desproporción que llegue a lo intolerable: el sentimiento de responsabilidad social está mucho más desarrollado que en los propietarios europeos. El norteamericano considera obvio poner gran parte de sus posesiones y de su esfuerzo laboral al servicio de la comunidad. La opinión pública (¡muy poderosa!) se lo exige categóricamente. Y así se da el hecho de que las funciones culturales puedan dejarse en manos de la iniciativa privada, mientras que las funciones que retiene el Estado son limitadas.

La influencia de la autoridad del Estado ha disminuido aún más después de la Ley de Prohibición. No hay nada más grave para el prestigio del Estado y de las Leyes que promulgar legislaciones que no se esté en condiciones de hacer cumplir. Y no es un misterio el que el aumento de la delincuencia en este país está íntimamente relacionado con ello.

Por otra parte encuentro también que la Prohibición es una debilidad del Estado. Una tasca es normalmente el sitio en el que la gente manifiesta sus pensamientos y sus juicios, e intercambia sus descubrimientos más interesantes. Pero, en contra de las tascas, se despacha en este país la prensa controlada por grupos de intereses, ejerciendo una influencia excesiva sobre la población, que carece de opiniones propias.

La sobrevaloración del dinero es todavía mayor que en Europa, pero me parece que disminuye. Poco a poco la gente va cayendo en la cuenta de que no hace falta poseer mucho para vivir feliz.

En cuanto a la tarea artística, tengo la certeza de verla insertada en la vida cotidiana a través de los edificios modernos, pero a

la vez tengo la impresión de que ni la pintura ni la música están tan vivas en el alma de las gentes como lo están en Europa.

Gran admiración siento por los resultados de la investigación norteamericana. Injustamente se atribuye esa superioridad creciente a su mayor riqueza, cuando es una superioridad que se basa sobre todo en la paciencia, la entrega, el espíritu de compañerismo y la inclinación natural por el trabajo en colaboración. ¡Y una última observación final! Quiero dejar constancia de que Estados Unidos es el país técnicamente más adelantado de la tierra. Pero América es grande, y sus habitantes no se interesan, al menos hasta hoy, por los problemas internacionales, en cuya cumbre está el Desarme. Esto deberá cambiar, en interés de los mismos americanos. La última guerra ha puesto en claro que ya no hay una separación entre los continentes, sino que el futuro de todas las naciones está íntimamente vinculado. Deberá desarrollarse en este país la convicción de que su responsabilidad en materia de política internacional es muy grande. El papel de observador no comprometido no es lo que este país se merece, ni es su destino duradero.

Respuesta a las mujeres norteamericanas

Una asociación de mujeres norteamericanas se creyó en el deber de protestar contra la presencia de Einstein en su país. Obtuvo la siguiente respuesta:

Nunca había recibido por parte del bello sexo una repulsa tan violenta contra una tentativa de aproximación y si alguna vez me pudo ocurrir, nunca fue de tantas a la vez.

¿Y no tendrán razón, pese a todo, estas ciudadanas? ¿Cómo es posible dejar que llegue un hombre, que con el mismo apetito y gusto con que el Minotauro de Creta se alimentaba de sabrosas doncellas griegas se alimenta de capitalistas, y que además es tan indecoroso que declina cualquier batalla, a excepción de la inevitable guerra con su propia mujer? ¡Escuchad a nuestras mujercitas patrióticas, pensad que hasta el Capitolio de la poderosa Roma se salvó una vez gracias al parloteo de sus fieles ocas!

Segunda parte: Política y pacifismo

Paz

Consolidar la paz internacional fue una meta de los hombres verdaderamente importantes de todas las generaciones. Pero el desarrollo de la técnica transforma este postulado ético en un problema existencial para la humanidad civilizada de hoy. La participación activa a fin de resolver el problema de la paz es una responsabilidad moral que ningún hombre consciente puede dejar de lado.

No hay que olvidar que los poderosos grupos industriales que tienen sus intereses puestos en la producción de armamentos, tratan de intervenir en todos los países poniendo en entredicho las reglamentaciones internacionales, y que los gobiernos únicamente lograrán alcanzar la paz si tienen la seguridad de su respaldo incondicional por parte de la mayoría de su población. Ya que vivimos en un régimen democrático y nuestro destino y el de nuestro pueblo dependen enteramente de nosotros.

La voluntad colectiva debe inspirarse de esta íntima convicción personal.

Para la abolición del peligro de guerra

Mi participación en la construcción de la bomba atómica se limitó a un único hecho: firmé una carta dirigida al presidente Roosevelt. En ella el énfasis se ponía en la necesidad de preparar

experimentos para estudiar la posibilidad de realizar una bomba atómica.

Era consciente del horrendo peligro que la realización de ese intento representaría para la humanidad. Pero la probabilidad de que los alemanes estuvieran trabajando en lo mismo me empujó a dar este paso.

No me quedó otra salida, aunque siempre he sido un pacifista convencido. Matar en la guerra no es en mi opinión mejor que un asesinato vulgar.

Pero en tanto las naciones no se convenzan, mientras no rechacen la guerra con acciones comunes y resuelvan sus conflictos y defiendan sus intereses con disposiciones pacíficas basadas en las leyes, se creerán obligadas a prepararse para la guerra. Se creerán obligadas a prepararse, utilizando los medios más terroríficos, para no ser aventajadas por las demás.

Este camino lleva obligatoriamente a la guerra, lo cual, en las condiciones actuales, significa la destrucción de la humanidad.

Hoy no tiene sentido protestar contra los armamentos. Solo puede ayudarnos la abolición radical de las guerras y del peligro de guerra. Para esto debemos trabajar, esta debe ser nuestra inquebrantable decisión: luchar contra el origen del mal y no contra sus efectos. Y debemos aceptar lúcidamente esta exigencia. ¡Y qué más da si luego se nos trata de asociales o de utópicos…!

Gandhi, el mayor genio político de nuestra época, supo encontrar su camino y nos demostró cuántos sacrificios están dispuestos a hacer los hombres una vez que lo han encontrado. Su obra de liberación de la India es el testimonio viviente de que una voluntad dominada por una convicción es más fuerte que el insuperable, en apariencia, poder material.

El problema del pacifismo

Señoras y señores:

Me alegra que me hayan dado la oportunidad de decirles algunas palabras sobre el pacifismo. La evolución de los últimos años nos ha vuelto a demostrar que no debemos dejar en manos de los gobiernos la responsabilidad de lucha contra los armamentos y contra el espíritu bélico. Pero tampoco la creación de grandes organizaciones con muchos miembros puede por si sola llevarnos a esa meta; ni siquiera acercarnos un poco a ella. El mejor camino es negarse a hacer el servicio militar, con el respaldo de las organizaciones antibélicas, que en cada país ayuden moral y materialmente a los valientes que se nieguen. Así podremos conseguir que la pacificación se transforme en una verdadera lucha, a la que se sientan llamados todos los que tengan una naturaleza fuerte. Es una lucha ilegal, pero es la lucha de los verdaderos derechos de las gentes frente a sus gobiernos, mientras estos exijan de sus ciudadanos un comportamiento criminal.

Muchos de los que se toman por verdaderos pacifistas no colaborarían con un pacifismo tan radical basándose en razones patrióticas. No se puede contar con ellos en un primer momento. Lo demostró ampliamente la primera guerra mundial.

Les agradezco de corazón que me hayan dado la oportunidad de expresar de viva voz mi punto de vista.

Discurso ante el Congreso Estudiantil para el Desarme

Las últimas generaciones nos han puesto en la mano un regalo sumamente precioso: una ciencia y una técnica tan desarrolladas,

que nos ofrecen posibilidades de liberar y enriquecer nuestras vidas como no lo pudieron hacer las generaciones anteriores. Este regalo sin embargo implica unos peligros para nuestra existencia que tampoco habían sido igualados en cuanto a maldad.

Más que nunca el destino de la humanidad civilizada depende de las fuerzas morales. Por eso la tarea encomendada a nuestra época no es más fácil que las llevadas a cabo por las generaciones anteriores.

Es posible conseguir en menos horas de trabajo la cuota de alimentos y de bienes que la gente necesita. En cambio el problema de la distribución de esos bienes y del trabajo se ha vuelto más difícil. Todos sentimos que el libre juego de las fuerzas económicas, así como el desenfrenado afán de riqueza y poder por parte de los individuos no ofrecen salidas al problema. Es necesaria una planificación en la producción de los bienes, en la utilización de las fuerzas de trabajo y en el reparto de los bienes para evitar el empobrecimiento, así como el embrutecimiento de la mayor parte de la población.

Si bien el *sacro egoísmo* ilimitado conduce a consecuencias funestas en la vida económica, estas son aún peores en las relaciones internacionales. El desarrollo de la técnica militar es tal, que la vida de las gentes será insoportable si no se encuentra con rapidez un camino para impedir las guerras. Tan importante es la meta como ineficaces los esfuerzos hechos.

Se intenta aminorar el peligro limitando el armamento y multiplicando las reglas a que deben atenerse las guerras. La guerra no es un juego de sociedad en donde los participantes se ciñan buenamente a leyes. Cuando se trata de ser o no ser, las reglas y los compromisos no cuentan para nada. Solo un abandono incondicional de las guerras puede ayudarnos. Para ello no basta con lograr que una organización internacional actúe como arbitro. Hay que hacerlo por medio de pactos de seguridad suscritos por

todas las naciones. Sin esta seguridad, las naciones no tendrán nunca el valor de proceder a un desarme.

Imagínense por ejemplo que los gobiernos de Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y Francia exigieran del Japón, bajo amenaza de boicot comercial, que cesara sus hostilidades contra China. ¿Creen ustedes que se encontraría en todo el Japón un gobierno capaz de correr tan peligroso riesgo económico? ¿Por qué no portarse así? ¿Por qué debe temblar cada persona y cada país por su existencia? Porque cada uno busca su beneficio del momento, sin subordinarlo a la prosperidad y al bienestar de la comunidad.

Así, decía al empezar, el destino del género humano depende hoy mucho más que ayer de nuestra fuerza moral. En todas partes se busca el camino hacia una existencia feliz y alegre por encima de la renuncia y la autolimitación.

¿De dónde podrían venir las fuerzas para un desarrollo como el descrito? Solo de aquellos que tuvieron oportunidad, en sus años jóvenes, de consolidar su intelecto mediante el estudio logrando así un juicio claro de las cosas. Así os vemos nosotros, los mayores, a vosotros. Así esperamos de vosotros que con vuestras mejores fuerzas busquéis y logréis aquello que nosotros no pudimos conseguir.

Del servicio militar obligatorio

De una carta.

En vez de permitir que Alemania instaure el servicio militar obligatorio habría más bien que prohibirlo en todos los países, no admitiendo otro ejército que el profesional sobre cuya magnitud y armamento habría que negociar. Esto también sería ventajoso para Francia, pues al abandonar como Alemania el servicio

militar, se evitarían los efectos psicológicos de la educación militar en el pueblo y su tan vinculada privación de los derechos del individuo.

Más tarde podrían ambos países, conciliados por medio de un Tribunal Arbitral obligatorio que zanjase sus controversias, unificar sus organizaciones militares, lo cual sería más fácil si se tratara de ejércitos profesionales. Para las dos sería un ahorro financiero y una ganancia en materia de seguridad. Tal arreglo podría desembocar en un proceso de captación que podría ir abarcando cada vez más países, convirtiéndose las milicias, al final del proceso, en una «policía internacional», que se reduciría más y más a medida que aumentara la seguridad internacional.

¿Quieren aconsejar esta propuesta como estímulo a nuestros amigos? Por supuesto que no sostengo de ninguna manera un programa tan peculiar. Pero es necesario formular propuestas positivas: con el rechazo no pueden alcanzarse resultados prácticos.

A Sigmund Freud

Respetado señor Freud:

Es asombroso cómo su anhelo por el descubrimiento de la verdad ha superado todos sus demás anhelos. Usted demuestra con claridad la intrincada unión que existe entre los instintos de lucha y destrucción y los de amor y vida en la psique del hombre. Pero asoma entre sus concluyentes explicaciones a la vez un profundo deseo de esa gran meta que es para todos la liberación interna y externa de las guerras. Hacia ella tendieron todos aquellos que sobresalieron sobre su tiempo y sus patrias en la esfera intelectual y moral. Encontraremos el mismo ideal en Jesucristo, Goethe, o

Kant. ¿No es significativo que tales figuras fueran reconocidas por todos como maestros, a pesar de que su voluntad de estructurar las relaciones humanas no pudiera cumplirse del todo?

Estoy convencido de que los hombres sobresalientes que —aún cuando restringidos a círculos pequeños— fueron considerados líderes a causa de sus obras, comparten todos el mismo ideal. Sin embargo tienen poca influencia. Parecería que el destino de las naciones debe dejarse inevitablemente en manos de los irresponsables dueños del poder político.

Los dirigentes políticos deben sus investiduras en parte a la violencia y en parte a su elección por parte de las masas. En lo que respecta a intelecto y moralidad no puede considerárseles una representación del sector más avanzado. Pero es verdad que en estos tiempos la élite intelectual ya no ejerce influjo directo en la historia de los pueblos. Dispersa, no puede participar ni incidir en los problemas actuales. ¿No cree que podría conseguirse una modificación de este estado de cosas creando una sociedad de personas cuyos logros y comportamiento ofrezcan garantía de capacidad y de desinterés? Esta corporación de carácter internacional, cuyos miembros deberían mantenerse en contacto a través de un constante intercambio de opiniones, podría conseguir paulatinamente ejercer una influencia en la resolución de los problemas políticos a través de declaraciones en la prensa bajo la responsabilidad de sus firmas. Evidentemente una sociedad de esta clase tendría los mismos inconvenientes que todas las academias científicas, pero es una deficiencia que va unida a la condición humana. ¿No valdría la pena continuar pensando en esto? Por mi parte, lo considero un deber ineludible.

Si una comunidad intelectual de tal categoría pudiera llegar a establecerse, debería procurar sistemáticamente una movilización de las organizaciones religiosas en la lucha contra las guerras. Ofrecería apoyo moral a todas esas personas cuya buena voluntad

se encuentra paralizada en dolorosa resignación. Finalmente, pienso que una sociedad compuesta por figuras tan respetadas sería un inmenso apoyo moral para todos aquellos que dentro de la Sociedad de Naciones, consagran toda su energía para realizar esta meta.

Me he extendido sobre estas cosas con usted con preferencia a cualquier otra persona en el mundo, porque se deja encandilar menos que los demás por sus deseos, y porque su juicio crítico está guiado por un altísimo sentido de la responsabilidad.

Las mujeres y la guerra

Pienso que en la próxima guerra habría que enviar al frente a las mujeres patrióticas en lugar de los hombres. Sería algo nuevo en este interminable y desesperante asunto, y además, ¿por qué no dar ocasión a que los sentimientos heroicos del bello sexo se expresen de manera más pintoresca que atacando a miembros indefensos de la población civil?

Tres cartas a los pacifistas

1

Me llega la noticia de que usted, movido por su gran corazón y por su celo por la humanidad y su destino, realiza grandes cosas en silencio. Pocos son los que ven con sus propios ojos y oyen con sus propios oídos: de ellos dependerá el que los hombres no

vuelvan a sumergirse en el letargo ante lo que parece ser el objetivo de una masa fanatizada.

¡Ojalá los pueblos puedan reconocer a tiempo todo lo que tienen que sacrificar de sentimientos nacionalistas para evitar una guerra de todos contra todos! El poder de la conciencia y del espíritu internacional ha demostrado ser muy débil. Tan débil como para establecer pactos con los peores enemigos de la civilización. Ciertos tipos de transigencia son atentados contra la humanidad, aunque se quiera presentárnoslos como pruebas de sabiduría política.

No podemos desesperar de los hombres, dado que nosotros también lo somos. Y es un consuelo saber que hay aún personalidades como usted, vivas y dispuestas.

2

Tengo que declarar públicamente que una explicación como la que va adjunta carece de valor, según mi punto de vista, para ser presentada a un pueblo que practica el servicio militar obligatorio en tiempo de paz. Su lucha debe dirigirse a una abolición del servicio militar obligatorio. ¡Qué precio más alto debió pagar el pueblo francés por la victoria de 1918! Ha contribuido de muchas maneras a mantenerlo en la peor de las esclavitudes.

¡Sean infatigables en esta lucha! Tienen un importante aliado en los alemanes reaccionarios y militaristas. Pues si Francia mantiene la obligatoriedad del servicio militar, con toda seguridad que a la larga su introducción en Alemania será inevitable. Y por cada esclavo militar francés habrá dos esclavos militares alemanes, lo que no puede ser del interés de Francia.

Solo si conseguimos acabar con el servicio militar podremos implantar la educación de la juventud en un espíritu de entendimiento entre los pueblos y una actitud de amor hacia todo lo

viviente. Creo que la negativa al servicio militar por razones de conciencia, en caso que fuera hecha por cincuenta mil soldados, sería un poder irresistible. El individuo no puede obtener mucho. Aunque tampoco puede ser deseable que justamente los seres de más valor sean objeto de la destrucción por parte de esa maquinaria detrás de la cual se esconden tres grandes poderes: Imbecilidad, Temor y Codicia.

3

En su carta ha tocado usted un punto de la mayor importancia. De hecho son las industrias de armamento uno de los peligros principales para la humanidad. Señala también usted la fuerza maligna que se esconde detrás del nacionalismo, que cunde por doquier…

Es posible que mediante la nacionalización pueda ganarse algo en este aspecto. Pero la delimitación de las industrias comprometidas es muy difícil. ¿Se incluye la aviación? ¿Qué parte de la industria química? ¿Qué parte de la industria metalúrgica?

En lo que concierne al control de la fabricación de municiones y exportación del armamento, la Sociedad de Naciones se ocupa de ello desde años atrás, y sabemos con qué poco éxito. El año pasado pregunté a un conocido diplomático norteamericano por qué no amenazaban al Japón con un embargo comercial si continuaba con esta campaña de violencia. «Nuestros intereses comerciales son demasiado poderosos» fue la respuesta. ¿Cómo es posible ayudar a los hombres si son capaces de contentarse con este tipo de argumentos?

¿Cree verdaderamente que mis palabras pueden lograr algo por sí mismas? ¡Qué ilusión! Las gentes me cortejan en la medida que no las moleste. Pero cuando pretendo servir a objetivos que no les convienen pasan inmediatamente al insulto, mientras que

los indiferentes se esconden detrás de su cobardía. ¿No ha hecho aún la prueba del coraje civil de sus compatriotas? La consigna es: no menearlo y no mencionarlo. Puede estar seguro de que encaminaré todos mis esfuerzos a hacer posible lo que indica en su carta, pero de manera tan directa como la que menciona es imposible conseguir nada.

Pacifismo activo

Me alegra y enorgullece la gran manifestación por la paz que ha organizado el pueblo flamenco. Tengo la necesidad de decirles, en nombre de todos los hombres de buena voluntad, lo siguiente: Nos sentimos unidos con ustedes en este momento de reflexión y de toma de conciencia.

No olvidemos que será necesaria una dura batalla para mejorar la situación presente, pues el número de los dispuestos a una participación radical es pequeño comparado con la magnitud de los indecisos. Y en cambio el poder de los interesados en alimentar la maquinaria de la guerra es muy grande. No temen tomar cualquier medida con tal de conseguir que la opinión pública sirva a sus intereses.

Parecería que los Jefes de Estado de hoy tienen el objetivo de lograr una paz duradera. Pero el aumento constante de la carrera de armamento de los países indica con toda claridad que solo se preparan para una guerra. Estoy convencido de que el remedio solo puede provenir de los pueblos. Son ellos quienes, si quieren sacarse de encima la esclavitud del servicio militar, tienen que decidirse por un desarme total, en otro caso cada conflicto los llevará a la guerra. Un pacifismo que no ataque activamente el armamentismo de los Estados no podrá conseguir nada.

Ojalá que la consciencia y el buen sentido de los pueblos despierte, para llegar a un estadio de la civilización en el cual la guerra pase a ser solo una inconcebible locura de los antepasados.

Una despedida

Al representante alemán en la Sociedad de Naciones

Muy respetado señor Dufour-Feronce:

Su amistosa carta no puede quedar sin respuesta, pues quedaría en pie un malentendido respecto a mi actitud. Mi decisión de no volver a Ginebra se debe a que no creo que la Comisión pueda progresar en el restablecimiento de las relaciones internacionales. De ella pienso que puede decirse: *ut aliquid fieri videatur*. En este caso, la Comisión me parece todavía menos eficaz que la Sociedad de Naciones.

De manera que estoy dedicando todos mis esfuerzos a la creación de una organización supranacional que pueda actuar como arbitro y órgano regulador de los asuntos internacionales, una meta que tengo tan a pecho que me pareció necesario abandonar la Comisión.

La Comisión ha favorecido una opresión de las minorías culturales de los diferentes países al crear en estos unas «comisiones nacionales» cuya misión era la de puente entre los intelectuales y el Estado correspondiente. Con lo cual renunció a ser soporte moral de esas minorías nacionales que resultan oprimidas.

Tan débil ha sido la postura de la Comisión en lo que atañe al chauvinismo y militarismo de las tendencias que riñen la educación impartida en algunos países, que no puede pensarse en ningún éxito en un tema tan trascendental.

La Comisión renunció siempre a apoyar a quienes consideraron su deber moral buscar una salida radical para conseguir una Legislación internacional, y para oponerse a todo sistema militar.

La Comisión nunca dio un paso hacia la incorporación de miembros que tuvieran tendencias políticas diferentes a las que ella apoya.

No quiero aburrirlo con más argumentos, pues con estas pocas aclaraciones ya podrá hacerse cargo de mis motivos. No quiero transformarme en un demandante sino fundamentar ante usted mi postura.

Puede estar seguro de que si tuviera la menor esperanza hubiera actuado de forma muy distinta.

Sobre la cuestión del desarme

La realización de los programas de Desarme se vuelve difícil porque nadie quiere responsabilizarse de los problemas principales que suscita. Los grandes objetivos suelen ser alcanzados a pequeños pasos. ¡Pensemos en lo que fue reemplazar la monarquía absolutista por la democracia! Pero en este caso el objetivo no puede alcanzarse a pequeños pasos.

Mientras las posibilidades de una guerra no se descarten, los países no dejarán de prepararse militarmente de la manera más completa posible para afrontarla con todas las probabilidades de éxito. Tampoco se podrá evitar que la juventud sea educada dentro de las tradiciones militares y del orgullo nacional, con lo cual los ciudadanos continuarán dentro de los mismos marcos de conducta frente a la guerra. El armarse no significa una afirmación de paz sino una preparación para la guerra. Tampoco de aquí podrá salirse a pequeños pasos, sino de una vez, o de ninguna.

La realización de un cambio tan absoluto en la vida de los pueblos exigirá un esfuerzo moral enorme. Quien no se encuentre dispuesto a poner el futuro de su país en manos de una organización internacional que actúe de arbitro en caso de reyertas no está verdaderamente decidido a evitar las guerras. En este punto es válida la expresión «todo o nada».

Nadie podrá negar que los esfuerzos hechos hasta ahora en pro de la paz han fracasado por impotencia para establecer compromisos suficientes.

Estamos por lo tanto en una encrucijada. O encontramos el camino de la paz, o tomamos el camino de la violencia, que terminará con nuestra civilización y sus valores. Está en nuestras manos: el primero asegurará la libertad de los individuos y la seguridad de las comunidades, el segundo enfrenta al individuo con su esclavitud y a la civilización con su destrucción. Nuestro destino será el que nos merezcamos.

Sobre la Conferencia para el Desarme de 1932

1

¿Puedo empezar con una declaración política? Es esta: El Estado es para los hombres y no los hombres para el Estado. De la Ciencia puede decirse lo mismo que del Estado. Desde siempre se ha valorado la personalidad humana por encima de todas las otras dignidades. No me sentiría obligado a recordarlo si no fuera porque la vigencia de esta máxima parece algo olvidada en estos tiempos de rutina y de organización. Como deber primero del

Estado veo la protección del individuo, así como ofrecerle la posibilidad de desarrollar una personalidad creadora.

El Estado debe de ser nuestro servidor, y no nosotros esclavos del Estado. Este principio es negado por el Estado cuando nos obliga a hacer el servicio militar o a participar en una guerra, sobre todo considerando que con ello se pretende la destrucción de otros hombres o al menos el mayor perjuicio posible al desarrollo de sus personalidades. Estos puntos son de por sí perfectamente comprensibles para un norteamericano, pero no para un europeo. Por tanto no debe sorprendernos que entre los norteamericanos la batalla contra la guerra tenga un gran eco.

¡Pero volvamos a la Conferencia para el Desarme! ¿Hay que reír, llorar o esperanzarse ante ella? Imagínense una ciudad solo habitada por individuos rabiosos, desleales y pendencieros. La vida normal estaría trabada por peligros que impedirían cualquier desarrollo armonioso. El Ayuntamiento querría remediar la situación, pero viéndola prolongarse durante años, ni los concejales ni los ciudadanos aceptarán que se les prohíba llevar un puñal en el cinto. Después de muchos preliminares, el Ayuntamiento decide afrontar el problema, y plantea el siguiente debate: «¿Cuál será el largo legal de los puñales?». Mientras los ciudadanos inteligentes, apoyados por la Ley, los Tribunales y la policía, no procedan en contra de las peleas a puñaladas, la situación no podrá cambiar. La limitación en el largo de las hojas de los puñales solo redundará en beneficio de los más fuertes y en detrimento de los más débiles.

Todos ustedes saben qué verdadera es esta situación. Tenemos una Sociedad de Naciones y tenemos un Tribunal de Arbitraje. Pero la Sociedad de Naciones no es nada más que un local para conferencias, y el Tribunal de Arbitraje carece de medios para hacer cumplir sus dictámenes. En caso de ser atacado, ningún

país encontrará respaldo en ellos. Considerando lo antedicho, dejarán de juzgar a Francia con tanto rigor por su negativa a desarmarse sin garantías de seguridad.

Mientras no comprendamos esta necesidad de limitar la soberanía de los Estados, obligándolos a comprometerse a actuar en conjunto contra cualquiera que no cumpla los dictámenes del Tribunal de Arbitraje, será imposible que salgamos de la actual anarquía y amenaza constante. No hay la menor posibilidad de conciliar una soberanía ilimitada e individual de las naciones con la seguridad frente a un ataque. ¿Tendrá que haber nuevas catástrofes para que los Estados acepten en la emergencia las decisiones de una organización internacional que haga el papel de arbitro? Casi no veo indicios de que pueda esperarse algo mejor. Pero todo amigo de la Civilización y de la Justicia debe emplear sus mejores fuerzas en convencer a sus semejantes de que no habrá salida si no es por medio de un compromiso internacional entre los Estados, planteada del modo que ya he descrito.

Puede alegarse, y no sin razón, que subrayando de esta manera los valores de lo organizativo se disminuye la importancia de lo psíquico, y más aún de lo moral. Se habla de la necesidad de un desarme intelectual previo al desarme material. Se dice, y también con razón, que el obstáculo principal para organizarse internacionalmente reside en ese excesivo nacionalismo espiritual que se llama, de manera simpática pero mal usada, patriotismo. El Estado que exige de sus habitantes el servicio militar está obligado a propagar una mentalidad de la llamada patriótica entre sus habitantes, mentalidad que es la base psíquica para su utilización militar. Esta idealización de la patria junto a la religión ante los ojos de la juventud, hecha en las escuelas, la transforma luego en instrumento del poder brutal.

La introducción del servicio militar obligatorio es por eso, según mi opinión, la causa principal de la decadencia moral de la

raza blanca, y pone en peligro no solo la existencia de nuestra cultura sino nuestra misma existencia. Es una plaga que surgió, junto con grandes victorias, de la Revolución francesa, y abarcó muy pronto a los demás países. Quien quiera, pues, favorecer una mentalidad internacionalista y contrarrestar el chauvinismo deberá luchar contra el servicio militar obligatorio. ¿Son menos vergonzosas para la humanidad las persecuciones que sufre el objetar de conciencia que las que debieron sufrir los cristianos de los primeros siglos?

¿Se puede, tal como ocurrió en el pacto Kellog, desdeñar la guerra, dejando indefensos a los individuos frente a la maquinaria bélica?

Si la Conferencia para el Desarme no se limitara a lo técnico y organizativo, si prestara atención a los aspectos psicológicos, encontraría una fórmula legal de valor internacional que contemplara la negativa a cumplir con el servicio militar. Esta norma sería de un efecto moral inmenso.

Intentaré resumir lo dicho: la sola limitación de los armamentos no ofrece garantías de seguridad. Un Tribunal de Arbitraje debe tener la certeza de que todos los países emprenderán una acción conjunta contra cualquier Estado que, en materia científica y militar, infrinja cualquiera de sus decisiones. El servicio militar obligatorio, como semillero del nacionalismo, debe ser combatido, así como quienes se nieguen a cumplirlo por razones morales deberán tener asegurada la protección internacional.

2

Lo que el ingenio humano nos ha brindado en el último siglo habría podido darnos una vida feliz y sin preocupaciones, siempre que el desarrollo de la capacidad de organización hubiera ido al par de la evolución técnica. Pero, tal como una navaja de afeitar

en manos de un niño de tres años, los progresos se han vuelto un arma peligrosa. En vez de traernos libertad, la posesión de maravillosos medios de producción nos trajo preocupaciones y hambre.

Pero lo peor que trajo es la creación de medios para destruir la vida humana. Nosotros los mayores lo hemos experimentado durante la primera guerra mundial. Y más terrible aún que la destrucción me parece la inverosímil servidumbre a que la guerra somete al individuo. ¿No es espantoso ser forzado por un movimiento general a cometer acciones que individualmente cada uno considera crímenes abominables? Muy pocos tuvieron la grandeza moral de negarse: para mí son los verdaderos héroes de la guerra mundial.

Hay una esperanza sin embargo. Tengo la impresión de que los jefes de Gobierno intentan realmente una abolición de la guerra. La resistencia a este proceso absolutamente necesario se debe a algunas tradiciones desafortunadas que un sistema educativo transmite de generación en generación. Pero más aún que las escuelas sirve de transmisor de estas tradiciones el servicio militar obligatorio y su glorificación, así como gran parte de la prensa manejada por los intereses armamentistas. Sin desarme no habrá verdadera paz. Y la continuación de la carrera armamentista conducirá sin duda a nuevas catástrofes.

Es por esto que la Conferencia para el Desarme de 1932 será de valor decisivo para el destino de la generación actual y de las siguientes. Pensemos en el resultado de las conferencias anteriores. Es evidente que todo hombre responsable y sensato procurará persuadir a la opinión pública por todos los medios a su alcance de la transcendental importancia que tiene esta reunión. Únicamente si están respaldados por una mayoría ávida de paz, los jefes de Gobierno podrán lograr lo que se proponen. Cada uno

de nosotros es responsable de la formación de una opinión pública a través de cada acto, de cada palabra.

El fracaso de la Conferencia será un hecho si los delegados llevan instrucciones cuya adopción se vea como cuestión de prestigio. Esto está a la vista. Las tan frecuentes reuniones unilaterales entre los representantes de dos países han tenido como objeto preparar el terreno de la Conferencia por medio de discusiones sobre el tema del desarme. A mí me parece este camino el más feliz, pues dos personas o grupos pueden discutir con franqueza, prudencia y desapasionamiento, mientras que un tercero en discordia crea tensiones y obliga a los demás a creerse en el deber de tenerlo en cuenta. Solo si se la encara de este modo, solo si se la prepara hasta el menor detalle para que no haya sorpresas, solo si se logra un verdadero clima de confianza, esta Conferencia tendrá una salida feliz.

El éxito en las cosas realmente importantes no es una cuestión de sagacidad o de astucia, sino una cuestión de honestidad y de confianza. Lo moral no puede ser sustituido por la razón, gracias a Dios.

La única actitud que no puede tenerse es la de observador o la de crítico. Hay que servir esta causa con todo lo que se tiene. El destino de la humanidad será el que nosotros le preparemos.

Estados Unidos y la Conferencia para el Desarme de 1932

Los norteamericanos de hoy están llenos de preocupación por el estado de la economía de su país, y sus gobernantes, conscientes de su responsabilidad, emplean la mayor parte de sus esfuerzos en solucionar o mitigar el paro y los problemas que hay

dentro de sus fronteras. La sensación de participar en el destino del resto del mundo, y sobre todo de Europa, está menos viva que nunca.

Pero no será la economía de libre mercado la que resuelva automáticamente lo más difícil. Hará falta una legislación que establezca normas de repartición del trabajo y de los bienes de consumo, sin las cuales la población de los países más ricos se asfixiaría. Pues está claro que el progreso de la técnica ha hecho disminuir la demanda de trabajadores, y que no será el libre juego de las fuerzas el que solucione los problemas sino una adecuada legislación. De esta dependerá el que el progreso de la técnica beneficie a todos por igual.

Si la economía no puede resolver sus problemas sin una reglamentación planificada, cuánto menos puede esperarse que lo logre la política internacional. Muy poca gente cree en la actualidad que actos de violencia como las guerras puedan ser medios aceptables para resolver problemas internacionales. Pero la mayoría no tiene la valentía necesaria parar defender con toda energía la adopción de medidas que podrían suprimir las guerras, infame residuo de épocas de barbarie. Hace falta valor, conocimiento del tema, claridad en lo que se pretende y espíritu de servicio para dedicarse con eficacia a conseguir este objetivo primordial.

Quien quiera abolir de veras toda guerra, tendrá que aceptar que su propio Estado renuncie a parte de su soberanía en beneficio de las organizaciones internacionales; tiene que estar dispuesto a someter a su país, en caso de conflicto, a las decisiones de un Tribunal de Arbitraje; tendrá que sostener con firmeza el desarme de todos los países, que establece incluso el siniestro Tratado de Versalles; tendrá que comprender que ese desarme no significará ningún adelanto mientras no lo acompañen la supresión de la enseñanza agresivamente militarista y patriótica.

No hay acontecimiento más vergonzoso en los países de cultura contemporáneos que el reiterado fracaso de las Conferencias para el Desarme celebradas en los últimos años. Pues no es un fracaso que se deba solo a las intrigas de jefes de Estado ambiciosos o ignorantes, sino también a la indiferencia y a la falta de energía de los hombres de todos los países. Si esto sigue así, habremos aniquilado todos los logros obtenidos por nuestros antepasados.

Creo que el pueblo de Estados Unidos no tiene conciencia cabal de la responsabilidad que le toca en lo ya dicho. En América se piensa: «Que Europa se destruya, puesto que lo deberá a la intolerancia y a la maldad de sus habitantes. La buena siembra del presidente Wilson ha fructificado raquíticamente en el estéril suelo de Europa. Nosotros somos fuertes, estamos seguros y ya no volveremos a mezclarnos con tanta prisa en los asuntos ajenos».

Quien piense así no es ni honrado ni inteligente. Estados Unidos no es inocente del conflicto que padece Europa. Su exigencia despiadada del cobro de las deudas aceleró el derrumbe económico, y con él el derrumbe moral de Europa. Hasta cierto punto es responsabilidad suya la balcanización europea, y las subsiguientes degeneraciones de la moral política, y aparición de los sentimientos de venganza que se alimentan de la desesperación. Este sentimiento no se detendrá ante las puertas de América. Diré más: no se detuvo en las puertas de América. Miraos y preparaos.

No hacen falta más palabras: la Conferencia para el Desarme no representa solo para nosotros sino también para vosotros la última oportunidad de conservar los más altos logros de la civilización. En vosotros, como los más fuertes y los relativamente más sanos, están puestas las miradas y la esperanza de todos.

Del Tribunal de Arbitraje

Un desarme planificado y rápido solo será posible si se garantiza a cada nación la custodia de su seguridad por medio de un Tribunal de Arbitraje permanente y autónomo respecto a los gobiernos.

La obligación incondicional de los Estados sería no solamente acatar las decisiones de ese tribunal sino hacerlas cumplir.

Estaría constituido por un Tribunal de Arbitraje para Europa-África, otro para América, otro para Asia; Australia tendría que añadirse a alguno de los anteriores. Habría además un Tribunal de Arbitraje Conjunto para resolver las cuestiones que resultaran excesivas para cualquiera de ellos.

La Internacional de la Ciencia

Cuando el fanatismo nacional y político alcanzaba su punto álgido en plena guerra, Emil Fischer, durante una sesión de la Academia, declaró: «No podrán hacer nada, señores: la Ciencia es y seguirá siendo internacional». Esto lo han sabido siempre los grandes investigadores, aunque en épocas turbulentas hayan podido verse aislados en pequeños grupos del grueso de sus colegas. Esas voces autorizadas en las que podía confiarse fueron traicionadas después de la guerra. Ya en su transcurso, la Asociación Internacional de Academias fue disuelta. Los congresos empezaron a celebrarse y aún se celebran excluyendo a los científicos de los países que en esa ocasión fueron enemigos. Consideraciones de orden político se han interpuesto para obstaculizar la colaboración, imprescindible para un progreso auténtico, de los científicos de unos países con los de otros.

¿Cómo pueden recuperar el tiempo perdido todos los que se mantienen al margen de las tensiones emocionales inmediatas? Todavía no pueden organizarse congresos auténticamente internacionales: el apasionamiento de la mayoría de los científicos, los obstáculos de orden psicológico son demasiado poderosos para que pueda superarlos algo más que una minoría. El único papel que a esta cabe es impulsar el restablecimiento de las sociedades internacionales hablando en pro de ellas en sus sitios de trabajo, y no dejando de mantener sus relaciones con científicos de todas las nacionalidades. Aunque tarden en verse, los resultados favorables llegarán. No quiero dejar pasar la oportunidad de subrayar el hecho de que los colegas ingleses han insistido durante todos estos difíciles años en sus esfuerzos por conseguir una Sociedad Científica Internacional.

Ya se sabe: siempre son peores las declaraciones oficiales que los sentimientos individuales. Y ello no debería desanimarnos, dado aquello de: *senatores boni viri, senatus autem bestia*.

Si tengo tantas esperanzas puestas en la materialización de una entidad de tipo internacional es porque considero las necesidades que surgirán del desarrollo económico, no porque confíe en la nobleza de sentimientos de los seres humanos. Porque esos mismos que ahora se oponen en tan gran proporción a lo que es propio del trabajo intelectual, muy pronto se verán trabajando, por su interés y contra su voluntad, en la creación de la Organización Científica Internacional.

Sobre las minorías

Es un hecho comprobado que las minorías —sobre todo si sus individuos pueden distinguirse por sus rasgos físicos— son

tratadas por la mayoría dentro de la cual viven como pertenecientes a una categoría humana inferior. Lo trágico de ese destino es que no solo la minoría se ve conducida por ese instinto a una disminución económica y social, sino que bajo la influencia de la mayoría empieza a considerarse efectivamente inferior. Esta segunda parte del problema puede ser evitada por medio de una educación adecuada, único medio para liberar a las minorías.

Los esfuerzos que han realizado los negros de Estados Unidos en este orden me parecen dignos del mayor respeto.

Alemania y Francia

Una colaboración cabal entre Francia y Alemania solo podrá conseguirse cuando Francia pueda tener la certeza de que no sufrirá un ataque militar por parte de Alemania. Pero si Francia plantea tales exigencias, Alemania reaccionará mal.

Hay una solución posible pese a todo: una propuesta por parte del gobierno alemán al gobierno francés para que plantee a los países miembros de la Sociedad de Naciones la adopción de estas medidas:

1) Acatar toda decisión del Tribunal Internacional de Arbitraje.

2) Comprometerse a actuar por todos los medios económicos y militares de que disponga, contra cualquier Estado que no acate una decisión del Tribunal, referente a toda actuación que ponga en peligro la paz.

El Instituto para la Colaboración Internacional

Este año por primera vez los políticos europeos más destacados han comprendido qué significa el hecho de reconocer que solo el cese del enfrentamiento latente entre las naciones permitirá un rebrotar de la cultura en nuestra región del planeta. La organización política de Europa tiene que estabilizarse mediante la supresión gradual de las fronteras. Pero no debe creerse que es un objetivo alcanzable mediante una serie de tratados entre los países. La tarea de todos será inculcar poco a poco un sentimiento de solidaridad entre los hombres. Es con este fin que la Sociedad de Naciones ha creado su *Comission de Coopération Intellectuelle*. Es una organización del todo internacional, no vinculada a la política, cuyo objeto es restablecer en todos los terrenos del trabajo intelectual esas relaciones que quedaron reducidas con la guerra a meros círculos nacionales. Es una tarea difícil, pues lamentablemente debo decir que —por lo menos en los países que conozco mejor— los científicos y los artistas se dejan arrastrar por tendencias nacionalistas con mucha mayor facilidad que los hombres de la praxis.

Hasta ahora, esa Comisión se reunía dos veces por año. Para hacer su trabajo más eficaz, el gobierno francés ha decidido fundar un Instituto para la Colaboración Intelectual, que se inaugura en este día. Es un acto generoso por parte del Estado francés, que merece toda nuestra gratitud.

Es una tarea fácil y agradable el alegrarse, alabar, y felicitarnos. Pero nuestro deber solo podrá cumplirse mediante la honradez. Por esto no dudo en añadir a mi satisfacción una crítica:

Noto diariamente que el obstáculo principal para un adecuado trabajo de nuestra Comisión es la falta de confianza que se tiene respecto a su objetividad política. Por tanto, el primer trabajo será

ganar esa confianza, y prescindir de todo aquello que pueda dañarla.

Si el gobierno francés funda y sostiene, en París, un Instituto encargado de oficiar como órgano permanente de la Comisión y si su director es un ciudadano francés, ¿cómo no va a cundir la impresión de una preeminente influencia francesa? Si agregamos a ello el hecho de que el presidente que ha tenido la Comisión hasta ahora también es francés, tal impresión se refuerza. Es verdad que los demás miembros gozan de todo prestigio y de gran respeto, pero no debe ocultarse que la impresión mencionada prevalece.

Dixi et salvavi animam meam. Espero de todo corazón que el nuevo Instituto y la Comisión puedan trabajar estrechamente unidos, intercambiando sus logros, hasta alcanzar los objetivos propuestos, así como el respeto y la confianza de los intelectuales de todos los países.

Cultura y bienestar

Para llegar a estimar los estragos producidos por la catástrofe política que nos trajo el desarrollo cultural de la humanidad, hay que considerar que la cultura refinada es una planta de índole sutil, que solo crece en algunos parajes. Para crecer necesita ante todo de cierto bienestar, que permita a una parte de la población dedicar su tiempo a tareas que no sean la satisfacción de las necesidades elementales para sobrevivir. En segundo lugar necesita de una tradición de tipo moral, que otorgue un alto valor a la producción de bienes culturales y a las tareas del intelecto.

Alemania perteneció durante el último siglo al grupo de naciones que cumplían con esos requisitos. Su bienestar era

modesto, pero en cambio su tradición de aprecio de los bienes culturales era poderosa. Sobre tal base, la población edificó ciertos valores que no pueden dejarse de lado cada vez que quiera analizarse el desarrollo cultural moderno. La tradición se mantiene, pero el bienestar está amenazado. Se han arrebatado al país una gran proporción de sus fuentes de materia prima para la industria. Súbitamente, se encuentra sin ese margen que hace posible el mantenimiento de trabajadores intelectuales. Ello repercute sobre la vigencia de esa tradición ya mencionada, y de este modo queda amenazada de extinción una de las plantas que mayor fruto de cultura diera al mundo.

La humanidad, en la medida en que aprecie los valores culturales, deberá emplear sus fuerzas en ayuda de los que se encuentran momentáneamente en apuros, dejando de lado el trasfondo de egoísmos nacionales, y apoyando con altruismo que los valores más altos puedan volver a resurgir. Favorecerá así las realizaciones intelectuales de cada pueblo, ayudando a que cada suelo produzca esa planta de la cultura que es su mejor realización.

Síntomas de enfermedad en la vida cultural

El intercambio de las ideas y de los resultados es necesario para un desarrollo sano de la Ciencia y de toda la vida cultural. Está claro que la intromisión de las autoridades de este país en el libre intercambio de conocimientos entre los individuos ya ha originado daños significativos. Por ahora este daño se extiende solo sobre las disciplinas científicas, pero poco a poco se manifestará actuando en todas las formas de la producción.

Esta intromisión de las instancias políticas en la vida científica de todo el país se ha hecho flagrante al decretarse la prohibición para los científicos de viajar al extranjero, y la negativa a dejar entrar a científicos extranjeros en Estados Unidos. Un comportamiento tan minucioso por parte de una Nación de tal poderío no es más que el síntoma de una enfermedad grave.

Pues esa injerencia, organizada después de una reestructuración política, demuestra una desconfianza general y un comportamiento lleno de temor hacia los seres humanos, que obliga a abstenerse de toda publicación y vuelve sospechosa cualquier versión oral o escrita de novedades científicas.

Pero la enfermedad verdadera de la que todo lo anterior no son más que los síntomas, es un criterio que ha surgido de las guerras mundiales: tenemos que organizar nuestra vida en la paz de modo tal que en la guerra estemos seguros de la victoria.

Este punto de vista da origen a otro, según el cual es evidente que no solo nuestra libertad sino aún nuestra existencia están amenazadas por aquel enemigo que logre mayor poder.

Y es esta idea la que da lugar a todas estas abominaciones que enumeré al principio llamándolas síntomas, y conduce casi irremisiblemente a la guerra y a la destrucción. Encontramos su manifestación más clara en el presupuesto de Estados Unidos.

Solo cuando hayamos logrado superar esta obsesión podremos volvernos hacia la resolución razonable del verdadero problema político: «¿Cómo contribuir a hacer segura la existencia de los hombres sobre la Tierra?».

Y todo esto ¿por qué? Porque nadie puede librarse de los síntomas de una enfermedad sin antes haber eliminado esta.

Reflexiones sobre la crisis económica mundial

Si algo puede animar al lego en materia económica a reunir el valor necesario para dar su opinión sobre la esencia de las dificultades angustiosas del presente, es el descorazonante caos que se advierte en las opiniones de los expertos. Nada diré de nuevo. Solo la opinión de un hombre independiente y honrado que desea el bienestar de la humanidad, y que, libre de prejuicios de nacionalidad o de clase, procura lograr una armonía en la existencia individual. Si escribo dando la impresión de certeza en mis opiniones es por comodidad de la expresión más que por infundada confianza en mi juicio.

Por lo que puedo ver, esta crisis no se parece a las anteriores; surge de hechos totalmente nuevos, que a su vez emanan del progreso velocísimo alcanzado por los medios de producción. En una economía de libre mercado ello conduce obligadamente a un incremento del paro obrero.

Pues en tal tipo de economía gran parte de los trabajadores se ve constreñida a trabajar por un salario que le permita cubrir sus necesidades básicas; no analizaremos ahora las causas. Y de dos fábricas, producirá artículos más baratos aquella que funcione con la menor cantidad posible de obreros, que a su vez trabajen con la mayor intensidad que la técnica permita. O sea que hay empleo para una parte sola de la población obrera. Y que mientras unos trabajan demasiado, otros quedan fuera del proceso de producción. Con lo cual menguan la venta y la rentabilidad, quiebran las empresas, aumenta el desempleo, las empresas pierden credibilidad ante los bancos, sigue la insolvencia, el retiro de ahorros y por fin la paralización de la industria.

Se ha visto esta crisis desde otro punto de vista, vinculándola a motivos que analizaremos ahora:

Superproducción: en la que hay que distinguir entre dos cosas, la superproducción real y la aparente. Bajo el primer concepto entiendo una producción tan abundante que sobrepasa la demanda. Podría aplicarse a los automóviles y al trigo en Estados Unidos, aunque no con certeza. Suele llamarse superproducción a la producción excesiva de un artículo que no puede venderse a causa de las circunstancias y a pesar de que los consumidores lo necesitan. A esta llamo superproducción aparente. Pues en este caso no falta demanda sino poder adquisitivo por parte de los consumidores. Pero la expresión «superproducción aparente» no es sino otra forma de llamar a la «crisis», con lo que mal podría servir de explicación de esta. Llamar superproducción a la crisis actual no es más que usar pretextos.

Reparaciones: la obligación de pagar sus reparaciones ha afectado la economía de los países en deuda, y los ha forzado a exportar a precios que resultan un verdadero *dumping*. Pero si Estados Unidos, protegido por aranceles muy altos, da señales de crisis, queda claro que no es aquella su causa principal. Puede utilizarse la escasez de oro de los países deudores para explicar la cancelación de estos pagos, pero no la crisis mundial.

Introducción de nuevos aranceles; aumento de los gravámenes para pagar armamentos; inseguridad política derivada del peligro de guerra: todo ello se agrava en Europa, sin afectar aparentemente a Estados Unidos. Pero al aparecer la crisis también aquí, queda claro que aquellas no pueden ser las causas principales.

Decadencia de China y de Rusia: tampoco este aspecto de la economía mundial puede hacerse sentir en Estados Unidos de manera notoria, ni menos aún ser causa principal de la crisis.

Ascenso económico de las clases inferiores a partir de la guerra; solo acarrearía —en caso de ser real— escasez en los bienes en oferta y no lo contrario.

No quiero cansar al lector enumerando nuevas razones que no explican la crisis. Para mí está claro: el progreso técnico que debía de haber servido al hombre para liberarlo de parte de su carga laboral es la causa principal de las desgracias actuales. De aquí la aparición de quienes ¡pretenden prohibir la introducción de progresos técnicos! Un disparate, a todas luces. Pero queda en pie el dilema ¿cómo encontrar una solución?

Si de algún modo pudiera conseguirse que el poder adquisitivo de la masa no descendiera por debajo de un determinado nivel, se impediría esa paralización del sistema económico que padecemos hoy.

La solución más sencilla, pero también más arriesgada, es adoptar una economía planificada. O sea lo que intenta en esencia la Rusia de hoy. Solo el tiempo revelará si es un sistema que dé resultado. ¿Puede ser más alta la producción en una economía planificada que en una que dé libertades a la iniciativa privada? ¿Es factible tal sistema sin el terror que aquellos gobernantes practican hasta hoy? Un sistema tan rígido y centralizado ¿no cerrará las puertas a posibles innovaciones beneficiosas? Son interrogantes que debemos procurar no se transformen en prejuicios que impidan una apreciación objetiva.

Yo creo personalmente que son mejores los sistemas cuanto más respeten las tradiciones y las costumbres. Y creo también que una brusca nacionalización de la industria no puede favorecer a la producción.

Sea como fuere, hay dos puntos en los cuales la economía libre debe planificarse: limitando los horarios semanales de los diversos sectores para combatir el paro en forma sistemática, y regulando el salario mínimo de modo que el poder adquisitivo de los trabajadores se corresponda con la producción.

En los sectores monopolizados, el Estado debería controlar los precios para que una acumulación excesiva de capital no estrangulara la producción en forma artificial.

Es así como quizá podrían equilibrarse producción y consumo, sin introducir grandes limitaciones en la iniciativa privada. Al mismo tiempo se evitaría una excesiva superioridad del propietario de medios de producción —tierras, máquinas— respecto al trabajador asalariado.

Producción y poder adquisitivo

No creo que conocer la capacidad de producción y de consumo de un país sea medio para combatir las dificultades actuales. Es un conocimiento que por regla general llega demasiado tarde. La crisis que padece Alemania no surge de una hipertrofia del sistema de producción sino de la falta de poder adquisitivo de un importante sector de la población, apartado del proceso de producción como consecuencia de la racionalización.

En mi opinión es un gran inconveniente que el oro sea el patrón monetario. Pues toda escasez en sus reservas conduce a escasez de la capacidad crediticia, a la que no pueden adaptarse de inmediato ni los precios ni los salarios.

Según mi parecer, los medios naturales para combatir las actuales circunstancias son los siguientes:

1.º) Reducción del horario de trabajo semanal, unida a la fijación de un salario mínimo que regule el poder adquisitivo en relación con la producción de bienes.

2.º) Regulación de la cantidad de dinero en circulación y del volumen crediticio, así como mantenimiento de los precios medios de los artículos.

3.º) Establecer legalmente un tope en el precio de los artículos producidos por un sector monopolizado.

Producción y trabajo

Contestación a una encuesta

Los inconvenientes de una libertad ilimitada en el mercado de trabajo se vinculan con los adelantos extraordinarios de los métodos de producción. Para fabricar lo imprescindible, no es necesario emplear a todos los trabajadores disponibles. Con ello se da la consecuencia de mayor paro, de competencia malsana entre los asalariados y, como agregado, la disminución del poder adquisitivo y una asfixia insoportable de todo el circuito vital de la economía.

Sé que los economistas liberales opinan que el aumento de las posibilidades compensa cualquier ahorro de mano de obra. Yo no lo creo. En primer lugar, porque aunque fuera cierto, esos factores conducirían a que una parte importante de la humanidad viera rebajado su nivel de vida en forma artificial.

Creo sin embargo como usted, que ha de procurarse por todos los medios la participación de los jóvenes en el proceso de producción. También habría que excluir a los mayores de ciertos trabajos —que llamo trabajos no cualificados—. Como indemnización percibirían una pensión dada, por haber dado previamente sus esfuerzos a la sociedad.

También soy partidario de la abolición de las grandes ciudades. Siendo al mismo tiempo enemigo de la idea de instalar una determinada categoría de ciudadanos, por ejemplo los viejos, en una ciudad dada. Debo decir que me parece una idea terrible.

Pienso asimismo que debería evitarse la fluctuación del valor del dinero, sustituyendo al oro como patrón monetario por el precio de una serie de artículos, tal como fue propuesto ya por Keynes hace tiempo. Con ello podría permitirse cierta «inflación» al valor del dinero, siempre y cuando el Estado se mostrara capaz de usar con inteligencia de lo que para él sería un verdadero regalo.

Los puntos débiles de su planteamiento son, según veo, su escasa atención a los aspectos psicológicos. Si el capitalismo ha traído consigo los adelantos de la producción pero también los del conocimiento, no es por azar. El egoísmo y la competencia siguen siendo (¡por desgracia!) fuerzas más poderosas que el altruismo y el sentido del deber. En Rusia no es posible obtener ni siquiera un buen trozo de pan. Quizá sea algo pesimista, pero no espero resultados muy buenos de las empresas nacionalizadas. La burocracia es la muerte de todo rendimiento. He visto demasiadas cosas tremendas, incluso en la relativamente ejemplar Suiza.

Me inclino a creer que el Estado puede beneficiar al proceso productivo solo si actúa como factor regulador. Tiene que ocuparse en asegurar que la competencia entre las fuerzas del trabajo se mueva sobre bases humanas, a asegurar una educación sólida a todos los niños, a garantizar salarios suficientemente altos como para que los productos puedan ser adquiridos. Tal función reguladora puede ser decisiva si sus medidas de control pasan por las manos de especialistas políticamente independientes.

Observaciones sobre la situación actual de Europa

La situación política del mundo y en especial de Europa se me aparece caracterizada por un notorio retraso en hechos y en ideas respecto a lo económico, que por su parte se ha modificado con muchísima rapidez. Los intereses de los Estados deberían subordinarse a los intereses de una mayoría que se ha vuelto muy vasta. La lucha por orientar el pensamiento político en ese sentido es difícil, pues deben superarse tradiciones centenarias. Pero de su feliz logro depende la suerte de Europa, su existencia. Mi convicción segura es que una vez superados los obstáculos psicológicos la resolución del problema real no será tampoco difícil. Conseguir la atmósfera adecuada será el trabajo de todos los que creemos en esto. ¡Ojalá que los esfuerzos de todos juntos puedan contribuir a la formación de un puente de confianza entre los pueblos!

De la convivencia pacífica de las naciones

Una participación al programa de televisión de la señora Roosevelt

Le agradezco profundamente, señora Roosevelt, que me haya ofrecido la oportunidad de expresar mis opiniones sobre esta importante cuestión política: creer que armando al país se puede conseguir seguridad es una ilusión funesta, dado el desarrollo de la actual técnica militar. En Estados Unidos esta ilusión se ha apoyado en otra: o sea, en que han sido los primeros en fabricar la bomba atómica. Esto hizo creer que a la larga se podría alcanzar una superioridad militar decisiva. Con lo cual se podría intimidar

a todos los enemigos en potencia, obteniendo así la tan deseada seguridad para ellos y para el resto del mundo. La máxima en que confiamos durante los últimos cinco años se resume así: seguridad por medio de coacción basada en la superioridad, por mucho que cueste.

Las consecuencias de este criterio técnico militar y psicológico no podían tardar en brotar. Toda la política exterior está dominada por un único punto de vista: «¿Cómo actuar para, en caso de guerra, vencer al enemigo?». Estableciendo bases militares en los puntos más importantes de la tierra en materia de estrategia y de vulnerabilidad; armando y apoyando económicamente a los aliados potenciales. En el interior de Estados Unidos, concentrando gran parte del poder financiero en mano de los militares, militarizando a la juventud, controlando la lealtad de los individuos y sobre todo de los funcionarios, intimidando a quienes piensan políticamente de otro modo, e influenciando en la mentalidad de la población por medio de la prensa, la radio y la escuela, así como poniendo en práctica una creciente censura de las comunicaciones bajo el pretexto del secreto militar.

Otras consecuencias: la carrera de armamento entre Estados Unidos y Rusia, que en sus comienzos era preventiva, está adquiriendo caracteres de histerismo. En ambos países se acelera detrás del mayor misterio la preparación de los medios para aniquilar a la humanidad.

La Bomba H se divisa en el horizonte como un objetivo verosímil. Su acelerado proceso de fabricación ha sido solemnemente proclamado por el presidente. Si llega a construirse, la contaminación radioactiva de la atmósfera y con ella la destrucción de la vida en la tierra entrarán en el terreno de lo técnicamente plausible. El horror de este proceso reside en su aparente ineluctabilidad. Cada paso parece consecuencia inevitable del anterior. El

aniquilamiento total aparece cada vez con mayor claridad al final del proceso.

Dado que nosotros mismos estamos construyendo las circunstancias de nuestra muerte, ¿hay alguna vía de salvación? Todos tenemos que caer en cuenta, y antes que nadie los gobiernos de Estados Unidos y de la Unión Soviética, que si han podido eliminar un enemigo exterior no podrán librarse de la psicosis creada por la guerra. No puede llegar a forjarse una paz verdadera orientando todo nuestro comportamiento hacia la eventualidad de un conflicto. Cuanto más, si cada día resulta más evidente este conflicto significaría la destrucción absoluta. La idea rectora de toda política exterior debería ser: ¿qué podemos hacer para que las naciones convivan de la manera más pacífica y mejor? Primer problema: hacer desaparecer el miedo y la desconfianza recíproca. Una denuncia cabal por ambas partes a usar la fuerza de los unos contra los otros (y no únicamente los medios de destrucción masiva), se impone de por sí. Renuncia que solo tendrá eficacia si se acompaña de la creación de una entidad internacional que resuelva todos los problemas relativos a la seguridad de las naciones. La proclamación de las naciones de participar honestamente en la realización de esta especie de gobierno mundial haría disminuir en gran medida el peligro de guerra.

La convivencia pacífica de todos los hombres se funda ante todo en la confianza mutua, y solo en segundo lugar en instituciones tales como la Ley y la policía. Ello tiene la misma validez para las naciones que para los individuos. Pero la confianza se basa en una relación sincera de *give and take*, de dar y tomar.

¿Qué pensar del control internacional? Pues que puede ser útil de manera accesoria, como función policial. Pero no sobrestimemos su eficacia. ¡Una comparación con los tiempos de la prohibición da qué pensar!

Sobre la seguridad de la especie humana

El descubrimiento de las reacciones atómicas en cadena no tiene por qué ser más peligroso para la humanidad que el descubrimiento de las cerillas. Pero debemos hacer todo lo necesario para evitar su mal uso. En el grado actual del desarrollo tecnológico, solo puede protegernos una organización supranacional, siempre que disponga de una capacidad ejecutiva suficiente. Cuando sepamos reconocerlo en toda su amplitud seremos capaces de hacer los sacrificios necesarios para asegurar la existencia de la especie humana. Si no se alcanza a tiempo este objetivo, cada uno de nosotros será culpable. El peligro consiste en que cada uno, sin mover un dedo, espera a que actúen los demás. El progreso de la Ciencia en lo que va de siglo es respetado por todos los hombres, incluso por quien solo disponga de conocimientos limitados o superficiales salidos de su ambiente de trabajo técnico. Podemos exaltar esos progresos sin miedo a equivocarnos, siempre que no perdamos de vista lo ocurrido en los últimos años. Es como viajar en tren: mirando el entorno próximo nos parece volar a la velocidad de un avión; mirando a lo lejos la imagen que contemplamos varía con lentitud. Lo mismo sucede cuando nos inclinamos sobre los grandes problemas de la Ciencia.

No tiene sentido, a mi modo de ver, hablar de nuestra *way of life* o de la de los rusos. En ambos casos se trata de un conjunto de tradiciones y de costumbres que no configuran una estructura orgánica. Mucho más inteligente será preguntarse sobre las tradiciones más dañinas y sobre las más útiles para el hombre, las que hacen la vida más feliz y las que la vuelven más dolorosa. Y luego habrá que actuar en consecuencia, procurando adoptar las que hayan resultado mejores.

Nosotros, los herederos

Las generaciones anteriores podían creer que los progresos espirituales y sociales eran frutos del trabajo de sus antepasados que hacían posible una vida más bella y más fácil. Las crueles vicisitudes de nuestro tiempo nos indican que no es más que una ilusión llena de consecuencias.

Porque hemos comprendido que nuestros esfuerzos principales deben tener como objeto el que esa herencia no signifique el fin de la humanidad, sino una buena suerte. Pues si antaño un hombre alcanzaba mérito social cuando era capaz de sobreponerse hasta cierto punto a su egoísmo personal, hoy se exige de él que sea capaz de sobreponerse al egoísmo de país y de clase social. Solamente llegado a ese nivel será posible para el individuo mejorar la suerte de la comunidad.

De cara a este reto de la historia, el ciudadano de un Estado pequeño se encuentra en una posición comparativamente más favorable que el de un gran Estado, expuesto a las demostraciones de brutal fuerza económica y política. El tratado entre Bélgica y Holanda, que es en estos últimos tiempos una chispa de esperanza dentro de la evolución política europea, nos permite esperar que las naciones pequeñas jueguen un papel esencial: su manera de luchar, su negativa a reservarse una autodeterminación aislada, conducirán a una liberación de la degradante esclavitud militarista.

Tercera parte: Lucha contra el nacionalsocialismo

Declaración

Marzo de 1933

Mientras me sea posible viviré en un país donde haya libertades políticas, tolerancia e igualdad para todos los ciudadanos ante la Ley. A la libertad política pertenece la libertad de expresar las convicciones, así como el respeto por las creencias del individuo.

Estas condiciones no son cumplidas por la Alemania actual. Los hombres que se han dedicado a la causa internacional y algunos destacados artistas son, en ella, perseguidos.

Lo mismo que los individuos, los organismos de una sociedad pueden enfermar físicamente, sobre todo en épocas difíciles. Las naciones suelen esforzarse por sobrevivir a sus enfermedades. Espero que Alemania supere pronto las suyas, y que en un futuro cercano se pueda no solo elogiar a eminencias como Kant y Goethe de cuando en cuando, sino que la vida oficial y particular se fundamente en sus obras.

Intercambio de cartas con la Academia Prusiana de Ciencias

Declaración de la Academia del 1 de abril de 1933

La Academia Prusiana de Ciencias ha tenido conocimiento con indignación, a través de los artículos en los diarios, de la participación de Albert Einstein en la abominable campaña de difamación contra Alemania emprendida en Francia y Estados Unidos. De inmediato se le han exigido explicaciones. Entre tanto, Einstein en persona ha pedido su baja de la Academia, fundamentándola en el hecho de que bajo el gobierno actual no puede servir al Estado prusiano. Debido a que es ciudadano suizo, parece que está dispuesto a renunciar también a la nacionalidad prusiana, que le fue concedida en 1913 cuando ingresó como miembro ordinario en esta Academia.

La Academia Prusiana de Ciencias lamenta con la mayor pesadumbre este comportamiento contestatario de Einstein en el extranjero, dado que ella y sus miembros se sienten hondamente ligados al Estado de Prusia, y que a pesar de las reservas que se han impuesto en materia de política han defendido y exaltado siempre la idea de Nación. Es sobre esta base que la Academia Prusiana de Ciencias no tiene ningún motivo para lamentar el retiro de Einstein.

Por la Academia Prusiana de Ciencias
Prof. Doctor Ernst Heymann
Secretario Perpetuo

Respuesta de Albert Einstein a la Academia Prusiana de Ciencias

Le Coq, en Ostende, 5 de abril de 1933

He recibido por una fuente de absoluta confianza la noticia de que en una declaración oficial se ha hablado de una «participación de Albert Einstein en la abominable campaña de difamación emprendida en Francia y Estados Unidos».

Declaro que nunca he participado en ninguna campaña de difamación y debo añadir que nunca asistí a cosa de tal género. En cambio he podido ver las reproducciones y comentarios de los manifiestos y disposiciones oficiales de los miembros responsables del gobierno alemán, así como el programa relativo a la aniquilación de los judíos alemanes en el terreno económico.

Las declaraciones que he hecho a la prensa se refieren a mi retiro de la Academia y a mi renuncia a la nacionalidad prusiana. Fundé mi decisión en que no quiero vivir en un Estado en el cual los individuos no son iguales ante la Ley, y en el que la libertad de cátedra y de expresión está rigurosamente controlada por el Estado.

Dije también que la situación actual de Alemania se debe a una enfermedad psíquica de sus masas, y di algunas explicaciones sobre detalles de esta situación.

En un escrito —no destinado a la prensa— y que entregué a la Liga Internacional de la Lucha Contra el Antisemitismo, pedía a todos los hombres que aún permanecieran fieles a los ideales de una civilización en peligro que hiciesen todo lo factible para que la psicosis de masas que reina de manera tan odiosa en Alemania no siga extendiéndose.

No habría sido difícil a la Academia conseguir el verdadero texto de mis declaraciones antes de pronunciarse de ese modo sobre mi persona. La prensa alemana las ha reproducido tendenciosamente, lo que era de esperar por otra parte dadas las condiciones en que hoy trabaja. Me declaro responsable de cada palabra publicada por mí. Pero espero también que la Academia, ya que se ha asociado a la campaña contra mi persona, haga llegar

mis verdaderas declaraciones a cada uno de sus miembros, así como al público ante el cual he sido calumniado.

Dos cartas de la Academia Prusiana

1

Berlín, 7 de abril de 1933

Muy apreciado señor profesor:

Como secretario en servicio de la Academia Prusiana, acuso recibo de su notificación fechada el 28 de marzo, en la que renuncia a esta Academia. La Academia se ha dado por enterada de su renuncia en la sesión plenaria del 30 de marzo de 1933.

Si la Academia lamenta hondamente este hecho, este lamento se funda en el hecho de que un hombre de un alto valor científico, a quien largos años de trabajo entre los alemanes y el hecho de pertenecer a la Academia hubieran debido integrar a la manera de ser y de pensar alemana, se haya adaptado actualmente en el extranjero a un círculo que —sin duda en parte por desconocimiento de las circunstancias y los hechos reales— ha repercutido negativamente en nuestro pueblo divulgando juicios falsos y suposiciones infundadas. Hubiéramos esperado de un hombre que perteneció tantos años a nuestra Academia que se hubiera puesto de parte de quienes defendieron al pueblo alemán de esas calumnias, independientemente de sus propias ideas políticas. ¡Qué potente hubiera sido su testimonio en favor del pueblo alemán en el extranjero, entre tantas sospechas en parte monstruosas y en parte ridículas! Que por el contrario, su testimonio pudiera ser utilizado por quienes odian al pueblo alemán, ha sido una amarga

decepción para todos nosotros. En caso que no hubiéramos recibido su notificación de renuncia, esas declaraciones suyas hubieran conducido de todos modos a su separación de la Academia.

Con nuestros mayores respetos,

von Ficker

2

11 de abril de 1933

La Academia notifica sobre ese particular que su declaración del 1.º de abril de 1933 no se refiere exclusivamente a los informes de la prensa alemana sino sobre todo a los aparecidos en diarios extranjeros, especialmente belgas y franceses, que no han sido recusados por el señor Einstein. Por otra parte se ha informado, entre otras cosas, de su declaración a la Liga Contra el Antisemitismo, ampliamente difundida en su forma literal, y en la que ataca el retorno alemán a la barbarie de tiempos ya reprimidos. Por lo demás, la Academia comprueba que si el señor Einstein, según su declaración, no ha participado en la propaganda difamatoria, tampoco ha hecho nada para contrarrestar las calumnias y difamaciones, como sería obligación, según lo ve la Academia, de una persona que es miembro de ella desde hace tantos años. Por el contrario, el señor Einstein ha hecho en el extranjero declaraciones que por tratarse de un hombre de reputación internacional tenían que ser utilizadas necesariamente por quienes sienten un odio profundo, no solo hacia el gobierno actual sino hacia la totalidad del pueblo de Alemania.

En representación de la
Academia Prusiana de Ciencias

H. von Ficker-E. Heymann
Secretarios Perpetuos

Respuesta de Albert Einstein

Le Coq-sur-Mer, Bélgica, 12 de abril de 1933

Recibo vuestra carta del 7 de abril y deploro hondamente el estado de espíritu que revela.

En cuanto a los hechos, solo puedo responder esto:

Vuestra afirmación respecto a mi postura no es sino otra forma de la declaración pública en que se me acusaba de participar en una campaña de propaganda difamatoria contra el pueblo alemán.

Repito lo dicho en la carta anterior: es una calumnia.

También se menciona en ella que un «testimonio» mío en favor del «pueblo alemán» hubiera tenido amplia repercusión en el extranjero. A ello tengo que responder que el testimonio que exigen de mí sería la negación de esa justicia y esa libertad que he defendido toda mi vida. Además, no habría beneficiado como dicen ustedes al degradado pueblo alemán, hubiera beneficiado únicamente a aquellos que procuran suprimir las ideas y principios que han hecho que el pueblo alemán ocupe un puesto de honor en el mundo civilizado. Dicho testimonio solo habría contribuido al terrorismo de las costumbres y a la aniquilación de los valores culturales.

Precisamente ha sido esa la causa que me movió a renunciar a la Academia. Y vuestro escrito me demuestra el acierto de mi decisión.

Una carta de la Academia Bávara de Ciencias

Múnich, 8 de abril de 1933

Muy apreciado señor:

En su presentación a la Academia Prusiana de Ciencias usted fundamentó su renuncia al sitio que en ella ocupaba en las condiciones existentes en la Alemania actual. La Academia Bávara de Ciencias, que lo eligiera como miembro correspondiente hace algunos años, es también una Academia Alemana, con total solidaridad con la Academia Prusiana y otras. Por tanto, su separación de la Academia Prusiana no puede dejar de influir en sus relaciones con la nuestra. Debemos preguntarle pues cómo afronta usted, después de lo ocurrido con la Academia Prusiana, sus relaciones con nosotros.

La Presidencia
de la Academia Bávara
de Ciencias

Contestación de Albert Einstein

Le Coq-sur-Mer, 21 de abril de 1933

Fundamenté mi dimisión de la Academia Prusiana en que bajo las actuales circunstancias no quiero ser ciudadano alemán ni depender de ninguna manera del Ministerio de Educación de Prusia.

Estos motivos no resolverían por sí solos mi relación con la Academia Bávara. Cuando quiero que mi nombre sea tachado de

su lista de miembros, lo hago por otra razón: las Academias tienen ante todo el deber de ayudar y proteger la vida científica de un país. Por lo que sé, las corporaciones de científicos alemanes han tolerado sin una protesta que una parte significativa de científicos y estudiantes alemanes, así como de trabajadores que dependen de la instrucción académica, ¡se vean privados de su posibilidad de trabajo y hasta de vivir en Alemania! No quiero pertenecer a una Academia que tolere esa postura, aun cuando lo haga presionada.

Respuesta a una invitación a participar en una manifestación

Estas lineas son respuesta a una invitación a participar en una manifestación francesa contra el antisemitismo alemán.

He reflexionado con cuidado, desde todos los ángulos, sobre esta petición que me llega tan al fondo del corazón. Y he decidido no participar en la manifestación por dos razones:

Ante todo sigo siendo ciudadano alemán, y segundo: soy judío. No olvido que he trabajado en instituciones alemanas y que siempre fui tratado como persona de confianza. Por mucho que lamente las cosas que suceden en Alemania, por más que condene los horrores que se hacen en complicidad con el gobierno, no puedo participar personalmente en un acto organizado por miembros de un gobierno extranjero. Para que lo comprendan bien les ruego que imaginen a un ciudadano francés en una situación igual, es decir, organizando con eminentes hombres políticos de Alemania una manifestación contra las decisiones del gobierno

francés. Sé que considerarían —aun cuando reconocieran lo justo de la demanda— desleal esa actuación. Si Zola hubiera debido abandonar Francia en pleno *affaire* Dreyfus, no hubiera colaborado en una manifestación de autoridades alemanas, por muy justa que le hubiera parecido. Se hubiera limitado a sentirse avergonzado de sus compatriotas.

Siendo judío, considero que una protesta contra la injusticia y la violencia es de un valor incomparablemente mayor y es realizada por personalidades solo movidas por un sentimiento de humanidad y de justicia. Pero yo, que en tanto judío considero hermanos a todos los judíos, sufro la injusticia que se comete contra cada uno de ellos como una injusticia hecha a mi propio cuerpo. No me toca juzgar, debo esperar el juicio de los no directamente afectados.

Tales son mis motivos. Quiero agregar que siempre admiré y respeté el alto grado de sentimiento de justicia que es uno de los rasgos más hermosos de la tradición del pueblo francés.

Cuarta parte:
Problemas judíos

Ideales judíos

La pasión del conocimiento en sí, el amor de la justicia hasta el fanatismo, y el afán por la independencia personal, expresan las tradiciones del pueblo judío, y por esto considero el ser judío como un regalo del destino.

Quienes desatan hoy sus odios contra los ideales de la razón y de la libertad individual, quienes por medio del terror quieren transformar a los hombres en estúpidos esclavos del Estado, nos estiman, con razón, sus enemigos irreconciliables. La historia ya nos ha impuesto muy terribles combates. Pero mientras defendamos ese ideal de la verdad, de la justicia y de la libertad continuaremos existiendo como uno de los pueblos civilizados más antiguos, pero sobre todo cumpliremos, dentro del espíritu de nuestra tradición, un trabajo creador para una regeneración de toda la humanidad.

¿Hay una concepción judía del mundo?

No creo que exista esa concepción, en el sentido filosófico de la palabra. El judaísmo trata casi exclusivamente de la moral, es decir, que analiza una actitud en y para la vida. El judaísmo encarna más las concepciones vivas en el pueblo judío que la suma de las leyes contenidas en la Thorá e interpretadas en el Talmud.

Ambos, Thorá y Talmud representan para mí el testimonio principal de la ideología judía en tiempos de su historia antigua.

La esencia de la concepción judía de la vida creo que es la siguiente: afirmación de la vida de todos los seres. El sentido individual de una vida es volver la existencia de todos más hermosa y más digna. La vida es sagrada, representa el valor supremo del que dependen todas las demás valoraciones. La sacralización de la vida ultraindividual conlleva el respeto hacia todo lo espiritual: un aspecto especialmente característico de la tradición judía.

El judaísmo no es una fe. El Dios judío significa no solamente un rechazo de la superstición y un pretexto para su abolición. Es también un intento de basar el código moral en el miedo, un intento lamentable, poco honroso. Creo no obstante que la poderosa tradición moral del pueblo judío se ha desembarazado de ese temor. Está claro que «servir a Dios» es lo mismo que «servir a los seres vivientes». Y ese es el objeto de la lucha de los mejores hijos del pueblo judío, sobre todo de los profetas y de Jesucristo.

El judaísmo no es por tanto una religión trascendente. Se ocupa únicamente de nuestra vida experimentable, comprensible. No está claro que pueda llamárselo «religión» en el sentido habitual de la palabra, ya que al judío no se le exige ninguna creencia, sino un cumplimiento de la vida en un sentido comunitario.

La comunidad de los vivos es sentida hasta tal punto como un ideal, que los mandamientos que rigen la santificación del Sabbat incluyen expresamente a los animales. Más prístina se destaca todavía la solidaridad entre los humanos, y no es un azar si las reivindicaciones socialistas salieron sobre todo de judíos.

Cuán viva está entre los judíos la consciencia de sacralización de la vida se expresa en lo que me dijo un día Walter Rathenau: «Cuando un judío dice que va de caza por placer, miente».

Cristianismo y judaísmo

Si se separa al judaísmo de los profetas, y al cristianismo tal como fue enseñado por Jesús de todos los agregados posteriores, en especial los de los sacerdotes, subsistiría una doctrina capaz de curar a la humanidad de todas sus enfermedades sociales.

Todo hombre de buena voluntad debe intentar, valerosamente, en su medida y en su ambiente, llevar esta doctrina del hombre perfecto a la práctica. Si lo consigue sin que lo repudien o prohíban sus contemporáneos, tiene derecho a sentirse satisfecho de sí mismo y de su sociedad.

Comunidad judía

Discurso pronunciado en Londres

No me es fácil dominar el gusto por un retiro tranquilo. Pero el llamado de las sociedades ORT y OZE no podía ser desatendido. Pues es igual al llamado de nuestro pueblo judío, tan duramente perseguido. Aquí estoy.

La situación de nuestro pueblo diseminado por la tierra es un barómetro de la moralidad que reina en el mundo político. ¿Qué más revelador de la clase de moral política y de cierto sentido de la justicia que la actitud de las naciones ante una minoría indefensa cuya singularidad consiste en salvaguardar una tradición cultural?

Este barómetro marca muy bajo en nuestros tiempos. Nuestro destino lo prueba trágicamente, así como la actitud de los hombres respecto a nosotros: debemos pues consolidar y reforzar nuestra comunidad. La tradición del pueblo judío consiste en una voluntad de justicia y de razón que sirve y ha servido al resto de

los hombres, y que los servirá en el futuro. Spinoza y Karl Marx surgieron de esa tradición.

Quien quiera mantener el espíritu debe cuidar también al cuerpo que lo envuelve. La OZE sirve al cuerpo de nuestro pueblo en el sentido literal de la palabra. En Europa Oriental, donde el pueblo judío sufre una severa opresión económica, trabaja sin descanso. Mientras que la ORT procura hacer desaparecer una injusticia terrible que nos aflige desde la Edad Media. Y es que en aquellos tiempos se prohibió a los judíos dedicarse a profesiones directamente productivas, obligándolo a lo puramente mercantil. En Europa Oriental la única forma de ayudar con eficacia al pueblo judío es abriéndole camino hacia nuevas profesiones. Y tal es el difícil campo en que trabaja, y no sin éxito, la sociedad ORT.

Ustedes, compatriotas ingleses, son invitados a colaborar con esta obra de gran aliento, continuando el trabajo creado por hombres superiores. Los últimos años, y hasta los últimos días, les han traído una decepción que les afecta muy especialmente. No se lamenten. Saquen de este hecho un motivo más para vivir y para mantener nuestra fidelidad a la causa de la comunidad judía. Creo de todo corazón que luchamos por objetivos que además son en beneficio de toda la humanidad. Y son estos los que debemos considerar principales.

Pensemos también en que la mejor fuente de lucha, de fuerza y de salud para cualquier comunidad son las dificultades. La nuestra no hubiera sobrevivido si solo hubiera tenido placeres. Nunca lo dudé.

Nos espera otro consuelo más hermoso aún. Nuestros amigos no son muchos en número pero entre ellos se encuentran hombres de una inteligencia y de un sentido moral de la justicia muy altos. Su interés primordial es ennoblecer la sociedad humana, y liberar a los individuos de toda opresión denigrante.

Estamos satisfechos y felices de tener hoy entre nosotros a hombres de esta naturaleza. No pertenecen al pueblo judío, y dan una solemnidad peculiar a esta noche memorable. Me alegro de ver frente a mí a Bernard Shaw y a H. G. Wells. Sus concepciones de la vida siempre me han seducido.

Usted, señor Shaw, ha logrado ganarse la admiración y un gozoso afecto por parte de los hombres siguiendo un camino que para otros habría sido impensable seguir. No solo ha predicado la moral a la humanidad sino que se ha burlado de todo lo que parecía intocable. Lo que usted ha hecho solo puede hacerlo un artista. Usted sacó de su caja mágica innumerables figurillas que parecen humanas, y las creó no de carne y hueso sino de ingenio, inteligencia y gracia. Y se parecen tanto más a los humanos que nosotros mismos, hasta el punto que uno llega a olvidarse de que no son obra de la naturaleza sino suya. Usted mueve a esas figurillas en su pequeño universo regido por la gracia, que impide todo resentimiento. Quien haya observado ese universo microscópico descubre el nuestro real bajo otras luces. Nota que sus figurillas se deslizan entre los hombres reales con tanta habilidad que estos cobran de pronto otro aspecto, muy distinto del anterior. Y mostrándonos el espejo nos enseña usted a liberarnos como casi ninguno de nuestros contemporáneos logró hacerlo. Es así como ha logrado librar a la existencia de un poco de su terrestre pesadez. Nosotros lo agradecemos desde el fondo del corazón, y felicitamos a la suerte que nos dio a un médico del alma, a un liberador en medio de nuestras dolorosas enfermedades. Personalmente, le agradezco las palabras inolvidables que dirigió a mi ¿¿¿sosias???, que me complica mucho la vida con su hierática grandeza, tan honorífica, pero que en el fondo es un muchacho inofensivo.

A ustedes, hermanos judíos, vuelvo a repetirles: la existencia y el destino de nuestro pueblo dependen menos de factores

externos que de conservar la fidelidad a nuestra tradición moral, que durante siglos nos mantuvieron vivos pese a las tremendas tempestades que desataron sobre nosotros. Sacrificarse en pro de la vida se convierte en un don.

Antisemitismo y juventud académica

Mientras vivimos en el gueto pertenecer al pueblo judío pudo implicar problemas materiales y hasta a veces peligros físicos, pero en cambio nunca implicó problemas sociales o psíquicos. Con la emancipación esto se modificó, especialmente para los judíos que eligieron profesiones intelectuales.

El joven judío en el colegio y en la universidad está bajo la influencia de una sociedad de estructura nacional, a la que admira y respeta, y de la que recibe el acervo intelectual. Se siente parte de ella y es al mismo tiempo tratado en ella como extranjero y hasta con desdén y aversión. Llevado sobre todo por la influencia sugestiva de la primacía intelectual más que por fines utilitarios, olvida su pueblo y sus tradiciones y se cree definitivamente integrado a los otros, mientras trata de disimular, a sí mismo y a los demás, pero inútilmente, que su conversión es unilateral. ¡He aquí la historia del funcionario judío converso, hoy como ayer digno de toda la compasión! En la mayoría de los casos no lo mueve ni la debilidad moral ni el arribismo, sino la influencia de un entorno más fuerte por el número y por la presión ambiental. No cabe duda de que gran número de hijos del pueblo judío contribuyó en inmensa medida al progreso de la civilización europea, pero fuera de algunas excepciones, ¿su conducta no fue esta?

Como en toda enfermedad psíquica el remedio reside en un conocimiento claro de la naturaleza y de las causas del mal.

Tenemos que tener clara nuestra condición de forasteros y sacar consecuencias de ella. No tiene sentido tratar de convencer a los demás mediante raciocinios de nuestra identidad espiritual y intelectual con ellos. Pues las raíces de su comportamiento no se encuentran en el cerebro. Debemos liberarnos socialmente, traer nosotros mismos una solución a nuestras necesidades sociales. Debemos constituir nuestras propias asociaciones estudiantiles y guardar hacia los no judíos una distancia cortés y razonable. Queremos vivir según nuestras costumbres, sin imitar las de estudiantes bebedores y camorristas. Nada de eso nos incumbe. Se puede representar a la cultura europea, ser un buen ciudadano y no dejar por eso de ser un judío fiel. Recordémoslo, obremos en consecuencia y el problema del antisemitismo quedará resuelto, al menos en lo que a nosotros se refiere.

Discurso sobre la construcción de Palestina

1

Hace diez años tuve la alegría de visitarlos por primera vez. Era para fomentar la idea de sionismo, y casi todo estaba en estado de proyecto para el futuro. Hoy podemos volvernos a contemplar esos diez años con satisfacción. Porque durante ellos los esfuerzos coordinados de todo el pueblo judío consiguieron poner en pie en Palestina un hermoso trabajo de reconstrucción, mucho mayor que todo lo que pudimos esperar entonces.

Hemos superado además y con éxito la dura prueba que nos impusieron los acontecimientos de los últimos años. El trabajo dirigido a una meta noble lleva siempre al éxito. Las últimas

declaraciones del gobierno inglés significan la vuelta a una concepción más justa de nuestra situación: lo reconocemos con gratitud.

Pero no hay que olvidar la lección de esta crisis: establecer una cooperación satisfactoria entre árabes y judíos no es problema inglés sino nuestro. Nosotros, es decir judíos y árabes, nosotros mismos tenemos que ponernos de acuerdo respecto a las exigencias de ambos pueblos para una vida comunitaria. Una solución justa y satisfactoria para las dos partes debe basarse en esta convicción: el objetivo capital y espléndido cuenta tanto como el trabajo mismo. Pensemos en el ejemplo de Suiza, que representa un grado superior en el desarrollo del Estado precisamente porque está constituida por varios grupos nacionales.

Queda mucho por hacer, pero uno de los puntos más deseados por Herzl ya se ha cumplido. El trabajo por Palestina ha ayudado al pueblo judío a encontrar la solidaridad y el optimismo necesarios para toda vida sana de una organización. Quien quiera verlo, lo tiene ante los ojos.

Todo cuanto hagamos por la obra común redundará no solo en bien de nuestros hermanos de Palestina sino en la moral y la dignidad de todo el pueblo judío.

2

Nos hemos reunido hoy para conmemorar a una comunidad milenaria, sus problemas y su futuro. Es una comunidad de tradición moral, que en momentos de tribulación demostró siempre su fortaleza y su amor a la vida. De ella han salido hombres que encarnaron la conciencia del mundo occidental, y que defendieron la dignidad humana y la justicia.

Mientras esta comunidad nos importe, se perpetuará para salud de la humanidad, aunque su organización no sea formal. Hace

algunas décadas hombres de claro entendimiento, como Herzl, pensaron que teníamos necesidad de un centro espiritual desde el cual mantener el sentimiento de solidaridad en los tiempos más difíciles. De allí surgió la idea sionista y la obra de asentarse en Palestina, cuya realización, o al menos cuyo prometedor comienzo está ante los ojos.

He visto con satisfacción y alegría hasta qué punto ella contribuye al saneamiento del pueblo judío. Minoritario dentro de las naciones que habita, este está expuesto no solo a dificultades extremas sino a peligros íntimos de tipo psicológico.

Durante los últimos años la obra de construcción conoció una crisis que pesó gravemente sobre todos, y todavía no ha sido superada. Pero las últimas noticias demuestran que el mundo, y en particular el gobierno inglés, están dispuestos a reconocer lo que significa nuestra búsqueda de la meta sionista. En este mismo momento tenemos un pensamiento de gratitud hacia Weizmann, que ha permitido el éxito de la causa por una devoción y una prudencia totales.

Las dificultades tuvieron también consecuencias benéficas. Han ratificado el poder de los lazos que unen a los judíos de todos los países, sobre todo en cuanto concierne a nuestro destino. Han aclarado nuestro modo de ver el problema palestino, limpiándolo de las impurezas de una ideología nacionalista. Quedó claramente proclamado que nuestro objetivo no es la creación de una comunidad política, sino que conforme a la tradición del judaísmo, es una meta cultural en el sentido más amplio de la palabra. Para lograrlo debemos resolver con nobleza, abierta y dignamente, el problema de la convivencia con el pueblo hermano de los árabes. Es la ocasión de probar lo aprendido a través de milenios en nuestro dificultoso pasado. Si descubrimos el recto camino triunfaremos, y podremos dar un bello ejemplo a todos los pueblos.

Lo que hacemos por Palestina lo hacemos también por la dignidad y la moral de todo el pueblo judío.

3

Me alegra tener la ocasión de decir unas palabras a la juventud de este país fiel a los objetivos del judaísmo. No os dejéis desanimar por las dificultades con que hemos tropezado en Palestina. Situaciones como esa sirven de experiencias indispensables para el dinamismo de nuestra comunidad.

Hemos criticado con justicia algunas declaraciones y medidas adoptadas por el gobierno inglés. No nos debe bastar con esto sino que debemos extraer una lección de ellas.

Especial atención merecen nuestras relaciones con el pueblo árabe. Fomentándolas podremos evitar en el futuro la formación de tensiones peligrosas, que podrán ser utilizadas para provocar ataques de nuestros enemigos. Es una meta fácil de alcanzar ya que nuestra tarea se ha encarado de modo que favorezca también a los árabes.

De tal modo conseguiremos evitar esa situación que tan catastrófica es para unos como para los otros de recurrir al arbitraje de la potencia mandataria. Manteniéndonos en este espíritu seguiremos la voz de la sabiduría, pero también la voz de las tradiciones que dan sentido y fuerza a la comunidad judía. Pues esta comunidad no es política ni debe llegar a serlo. No existe más que como fuerza moral. Y solo en esa tradición puede encontrar nueva energía. Solo en esa tradición tendrá razón de ser.

4

Hace dos mil años que la única propiedad del pueblo judío es su pasado. Este pueblo disperso por el mundo estaba unido por un solo lazo: su tradición, cuidadosamente conservada. Es cierto

que como individuos muchos judíos han creado obras importantes dentro de la cultura. Pero el pueblo judío como conjunto parecía carecer de la fuerza necesaria para una gran empresa colectiva.

Todo ha cambiado ahora. La historia nos ha atribuido un noble trabajo, que es la construcción de Palestina entre todos. Compañeros fuera de lo común están trabajando ya con todas sus fuerzas en la materialización de este objetivo. Se nos ofrece la posibilidad de instalar focos de civilización que el pueblo judío entero pueda contemplar como su propia obra. Tenemos la profunda esperanza de establecer en Palestina un lugar para las familias y para una civilización nacional propia, que permita despertar el Cercano Oriente a una vida económica e intelectual.

La meta de los líderes sionistas no es política sino social y cultural. La vida comunitaria deberá ser una aproximación al ideal social de nuestros antepasados, tal como nos lo muestra la Biblia, pero al mismo tiempo deberá ser una ciudad de vida intelectual moderna, un centro intelectual para los judíos de todo el mundo. La fundación de una universidad judía en Jerusalén representa, dentro de esta concepción, uno de los fines primordiales de la organización sionista.

En los últimos meses viajé a Estados Unidos para ayudar a constituir la vida material de esta universidad. El éxito de la campaña surgió de ella misma. Gracias a la actividad incansable y la generosidad sin límites de los médicos judíos, recogimos medios suficientes para emprender la construcción de una facultad de medicina y empezamos de inmediato los trabajos preparatorios para ello. Si juzgamos por los resultados actuales, no cabe duda de que obtendremos las estructuras materiales para realizar otras facultades, y eso muy pronto. La facultad de medicina estará concebida sobre todo como un Instituto de Investigación. Actuará en

forma directa para el saneamiento del país, función indispensable en la empresa.

La enseñanza de alto nivel se desarrollará más adelante. Se cuenta ya con un número de sabios capaces de asumir la responsabilidad de una cátedra en la universidad, de modo que la fundación de una facultad de medicina no ofrece problemas. Quiero hacer constar sin embargo que se ha previsto para la universidad un fondo completamente independiente, separado de los capitales necesarios para la construcción del país. Durante los últimos meses y gracias al esfuerzo incansable del profesor Weizmann y de otros jefes sionistas de América, han podido reunirse sumas muy importantes debidas sobre todo a donaciones de la clase media. Concluyo con un llamado vehemente a los judíos alemanes. Que a pesar de la terrible situación económica actual contribuyan con todas sus fuerzas a la creación de un hogar judío en Palestina. No es una obra de caridad sino algo que concierne a todos los judíos. Su logro será para todos la ocasión de una alegría imposible de expresar.

5

Palestina no es para nosotros, judíos, una obra de caridad o una empresa de tipo colonial, sino un problema fundamental, del interés de todo nuestro pueblo. Y antes que nada: Palestina no es un refugio para los judíos orientales, sino la corporización resurrecta del sentimiento de comunidad nacional de todos los judíos. ¿Será oportuno y necesario reforzar ese sentimiento de comunidad? Es una pregunta a la que no quiero contestar guiado por un movimiento reflejo: daré razones sólidas.

Y digo sí, sin reservas. ¡Analicemos rápidamente el desarrollo de los judíos alemanes durante los últimos cien años! Hace un siglo nuestros antepasados vivían, salvo raras excepciones, en el

gueto. Eran pobres, carecían de derechos políticos, y estaban apartados de los no judíos por una serie de tradiciones religiosas, de conformismo, y de jurisdicciones limitatorias. Aún en su vida intelectual se atenían a los límites de su propia literatura. Estaban poco o superficialmente enterados del poderoso impulso que la vida intelectual de Europa había experimentado a partir del Renacimiento. Pero nos llevaban ventaja en un punto: cada uno pertenecía por entero a la comunidad de la que se sentía miembro. Vivía y se expresaba dentro de una comunidad que no le exigía nada que fuera ajeno a su modo natural de pensar. Nuestros antepasados de ese tiempo aparecían hasta atrofiados física o intelectualmente, pero socialmente tenían un envidiable equilibrio moral.

Entonces vino la emancipación. Trajo de pronto al individuo insospechadas posibilidades de progreso. Cada cual conseguía por sí ubicarse en las capas sociales y económicas más altas. Habían asimilado con devoción las conquistas creadas por el arte y la ciencia de Occidente. Participaban con fervor en ese impulso, creando a su vez ellos mismos obras de valor perdurable. Pero adoptaron las formas exteriores del mundo no judío para ello, y progresivamente fueron apartándose de sus tradiciones religiosas y sociales, incorporándose costumbres, hábitos, modos de pensar extraños al mundo judío. Podía pensarse que se asimilarían completamente a los pueblos entre los cuales vivían, más numerosos en cantidad y mejor organizados cultural y políticamente, podía parecer que a las pocas generaciones no subsistirá nada del mundo judío. Pareció inevitable una desaparición completa del pueblo judío en Europa Central y Occidental.

Pero nada de eso ocurrió. Los instintos de las nacionalidades diferentes parecerían impedir esa fusión completa, la adaptación de los judíos a los pueblos europeos entre los que vivían, a sus idiomas, a sus costumbres, y hasta en parte a sus formas

religiosas, no logró disipar esa sensación de ser extranjero que se mantiene entre el judío y las comunidades europeas hospedantes. En última instancia, ese innato sentimiento de extranjería constituye la base del antisemitismo. Y ningún tratado, por mejores intenciones que tenga, conseguirá extirparlo del mundo. Pues las nacionalidades no quieren mezclarse, quieren seguir sus destinos. Y solo la comprensión y la indulgencia recíprocas logran instaurar situaciones de paz.

Es esta la razón por la que importa que los judíos retornemos conciencia de nuestra existencia como nacionalidad, y que volvamos a adoptar ese amor propio necesario para una vida plena. De nuevo tenemos que aprender a interesarnos lealmente por nuestros antepasados, por nuestra historia, y como pueblo asumir misiones que subrayen nuestro sentimiento de comunidad. No basta que participemos como individuos en el progreso de la humanidad, sino que asumamos esos problemas propios de las comunidades nacionales. Tal es la situación para un judaísmo que se quiera social otra vez.

Los invito y les ruego que consideren el movimiento sionista desde ese punto de vista. La Historia nos ha encomendado la reconstrucción cultural y económica de nuestra tierra de origen. Hombres llenos de esperanzas y de ilusión nos han preparado la tarea, y muchos son los compañeros dispuestos a colaborar activamente en ella. ¡Que cada uno de ustedes pueda comprender su importancia, y aportar todas sus fuerzas para llevarla a cabo!

Palestina Trabajadora

Entre las organizaciones sionistas, Palestina Trabajadora es la que beneficia del modo más directo a los hombres que logran

transformar con sus manos el desierto en florecientes colonias. Estos trabajadores voluntarios son la élite de la juventud judía, hecha de seres conscientes y desinteresados. No son trabajadores sin calificación que vendan su fuerza física, sino gentes cultas y libres cuya lucha pacífica sobre una tierra abandonada beneficia a todo el pueblo judío, ya directa como indirectamente. Suavizar en lo posible la dureza de su destino será salvar vidas humanas especialmente valiosas. Pues la lucha de los primeros colonos sobre un suelo todavía no saneado es una serie de esfuerzos rudos y peligrosos y una abnegación personal completa. Solo quien los haya visto puede comprender lo justo de esta aserción. Y mencionemos también como ayuda de esa empresa benéfica la de los hombres que se esfuerzan por una mejora de sus herramientas y utensilios.

Estos trabajadores serán también los únicos que puedan establecer relaciones sanas con el pueblo árabe. Meta que es el objetivo político principal del sionismo. Pues las administraciones se instalan y se van. Pero en cambio las relaciones humanas constituyen la etapa decisiva de la vida de los pueblos. De modo que una ayuda a Palestina Trabajadora será también el cumplimiento de una política humana y respetuosa en Palestina, y un combate eficaz contra esas oleadas de nacionalismo retrógrado y egoísta que llenan el mundo de hoy extendiéndose hasta el pequeño mundo de la Construcción de Palestina.

Renacimiento judío

Una llamada al «Keren Hajessod»

Los enemigos principales de la conciencia y de la dignidad judías son esa degeneración del sentimiento judío por la riqueza, por el bienestar, por una especie de dependencia íntima del

mundo no judío, fomentados por el relajamiento de la comunidad. Lo mejor del hombre puede prosperar únicamente si se desarrolla dentro de la comunidad. ¡Qué grande es pues el peligro moral en que se encuentra el judío! Ha perdido el contacto con su pueblo y es visto como extranjero entre los pueblos que lo hospedan. Corolario de esta situación suele ser un egoísmo opaco, despreciable.

Ahora bien, la presión externa a que el pueblo judío se ve sometido en estos días es particularmente potente. Y este flagelo nos cura. Ha logrado la reaparición de la vida comunitaria judía en un grado que no podría haber imaginado la penúltima generación. Gracias al resurgir del sentimiento de compañerismo entre los judíos, iniciado pese a tantos obstáculos de apariencia insalvable, la colonización de Palestina, dirigida por jefes prudentes y entregados, comienza a dar resultados tan buenos que ya no es posible dudar del éxito final. Para los judíos de todo el mundo la importancia de esta obra se revela de primer orden. Palestina será para los judíos un lugar de cultura, para los perseguidos un refugio, para los mejores de nosotros un campo de acción. Para los judíos del mundo entero encarnará un ideal de unidad, una forma de renacimiento.

Carta a un árabe

15 de marzo de 1930

Me ha alegrado mucho su carta. Pues demuestra que tiene usted la buena voluntad necesaria para que nuestros pueblos resuelvan favorablemente las dificultades que existen. Son obstáculos que parecen de naturaleza más bien psicológica, y que pueden

resolverse si hay por ambas partes un honesto sentimiento de buena voluntad.

Nuestra situación actual es desfavorable, ya que los pueblos judío y árabe se enfrentan antagónicamente ante la potencia mandataria. Tal circunstancia perjudica a ambas naciones, y solo puede remediarse si, entre nosotros, buscamos las propuestas en que ambos pueblos puedan estar de acuerdo.

Tengo una opinión sobre la manera de realizar este cambio. Le advierto que es una opinión privada, y que no la he consultado aún con nadie.

Constituir un «Consejo Secreto», al que judíos y árabes delegaran por separado cada uno cuatro representantes, absolutamente independientes de todo organismo político.

Así, de una y otra parte, el Consejo se compondría de:

Un médico, elegido por las Asociaciones de Médicos,
Un jurista, elegido por los abogados,
Un representante obrero, elegido por los sindicatos,
Un intelectual, elegido por los intelectuales.

Estas ocho personas tendrían que reunirse una vez por semana. Se comprometerían por juramento a no servir los intereses de su profesión ni de su nación, sino a buscar en conciencia las necesidades de toda la población. Las discusiones serían secretas y no podría informarse sobre ellas ni en privado.

Si se tomara una decisión que contara con la aceptación de por lo menos tres miembros de cada parte, sería dada a conocer en nombre de todo el Consejo. Si uno de los miembros no acepta la decisión, podrá dejar el Consejo pero sin quedar desligado de la obligación del secreto. Si uno de los grupos ya citados, electores de representantes, se considera insatisfecho por una resolución del Consejo, puede reemplazar a su representante por otro.

Aun cuando el «Consejo Secreto» no tenga competencia específica, puede limar las diferencias y puede hacer aparecer ante la potencia mandataria una representación de los intereses del país, opuestos a la política a corto plazo.

Sobre la necesidad del sionismo

Carta al profesor doctor Hellpach, ministro de Estado

He leído su artículo sobre el sionismo, y su ponencia en el congreso de Zúrich. Me siento obligado a responderle, aunque brevemente, como lo haría cualquier convencido de la idea de sionismo.

Los judíos forman una comunidad de sangre y de tradición, en la que la tradición religiosa no es el único vínculo. Esto lo demuestra ante todo el comportamiento del resto de las gentes hacia los judíos. Cuando llegué a Alemania, hace quince años, descubrí por primera vez que era judío, y ese descubrimiento provino de los no judíos más que de los judíos.

La tragedia del judío consiste en esto: son personas de un grado evidente de evolución que carecen de una comunidad que los aglutine. La consecuencia es una inseguridad que puede conducir a una gran fragilidad moral en los individuos. La experiencia me ha demostrado que el único modo de salvar al pueblo judío es, con ayuda de todos los judíos del mundo, establecer una comunidad viva, de la que cada judío se sienta parte, lo que permitirá soportar el odio y la humillación con que se topa en todas partes.

He sido testigo de la transformación numérica de judíos de primer orden, y el corazón me sangró ante esa visión. He visto cómo la escuela, las revistas satíricas y los innumerables factores

culturales de una mayoría no judía corroían el sentimiento de dignidad hasta en los mejores de mis hermanos de raza y he sentido que esto no podía continuar así.

He aprendido por experiencia que solamente una creación conjunta que entusiasme a los judíos del mundo entero podría curar a ese pueblo enfermo. Fue una gran idea de Hertz la de pensar y luego luchar con toda energía por la fundación de un Hogar o, para hablar más claramente, de un centro en Palestina. Era una obra que exigía todas las energías. Y se inspiró en las tradiciones del pueblo judío.

Usted llama a esto nacionalismo, y no sin cierta razón. Pero un trabajo de todos para formar una comunidad fuera de la cual no podemos vivir ni morir en este mundo hostil puede denominarse siempre con esa palabra horrible. En todo caso será un nacionalismo que no busca el poder, solo la dignidad y la salud moral. Si no estuviéramos obligados a vivir entre hombres intolerantes, mezquinos y violentos, sería yo el primero en rechazar todo nacionalismo con miras a una comunidad humana universal.

El reparo de que si los judíos queremos ser «nación» no podremos ser ciudadanos normales de un Estado, por ejemplo el alemán, revela un desconocimiento de la naturaleza del Estado, fundando su existencia a partir de la intolerancia de una mayoría nacional. Nunca estaremos protegidos de esa intolerancia, así nos llamemos «pueblo», «nación», etcétera.

He dicho lo que pienso en forma breve, desnuda y brutal; pero a través de sus escritos lo reconozco como alguien que no se fija en la forma sino en el fondo.

Aforismos para Leo Baeck

¡Salud al hombre que atraviesa la vida pronto a socorrer, ignorando el miedo, libre de toda agresividad y de todo resentimiento! De tal madera están hechos los creadores de ideales, los que consuelan a la humanidad en las desgracias que ella misma se forja.

El esfuerzo por unir sabiduría y acción se logra pocas veces, y dura poco.

Por lo común, el hombre evita atribuir inteligencia a otro; a menos que se trate de un enemigo.

Pocos son capaces de formarse una opinión independiente de los prejuicios del ambiente y de expresarla con serenidad. La mayoría suele ser incapaz de llegar hasta los prejuicios.

La primacía de los tontos es insuperable y está garantizada para todas las épocas. El terror de esa tiranía se mitiga por su ineficacia y sus consecuencias.

Para ser miembro irreprochable de un rebaño de ovejas, hace falta primero ser oveja.

Los contrastes y las contradicciones que pueden alojarse simultáneamente en una corteza cerebral echan por tierra cualquier sistema político optimista o pesimista.

Quien intenta aparecer como una autoridad en el terreno de la Verdad y del Conocimiento se pone en ridículo ante los dioses.

La alegría de contemplar y conocer es el regalo más hermoso de la Naturaleza.

Quinta parte: Estudios científicos

Los principios de la investigación
Discurso en el 60.º cumpleaños de Max Planck

El Templo de la Ciencia es una multiforme construcción. Los hombres y las fuerzas espirituales que lo frecuentan son muy diversos. Unos tienen la sensación gozosa de ejercitar su fuerza intelectual; la Ciencia es para ellos solo el deporte más apto para saciar sus energías vitales y satisfacer su ambición. Otros entran allí dispuestos a ofrendar su materia gris al servicio de metas utilitarias. Si un ángel del Señor apareciera y expulsara del Templo a todos los que pertenecen a esas dos categorías es posible que quedara casi vacío. Restarían unos pocos, de hoy y de ayer. A ellos pertenece nuestro Planck, y por eso lo amamos.

Sé que acabamos de expulsar a hombres valiosos, tanto por su corazón como por su intelecto, hombres que no solo han engrandecido sino probablemente construido la mayor parte del Templo. A causa de ellos nuestro ángel encontraría amargas algunas de sus decisiones. Pero de una cosa estoy seguro: si solo hubiera habido hombres como los que acabamos de expulsar, el Templo no existiría, tal como no puede existir un bosque hecho solo de plantas trepadoras. Pues estos hombres en realidad pueden satisfacerse en las arenas donde se desenvuelven las actividades normales de la humanidad: que se hagan ingenieros, oficiales, tenderos o científicos depende solo de factores externos. Volvamos ahora nuestra mirada hacia aquellos que el ángel perdonó. Extravagantes, ensimismados, solitarios en su mayoría, se parecen no obstante menos entre sí que todos los del hato expulsado. ¿Qué los

condujo al Templo? La respuesta no es fácil, ni puede ser la misma para todos.

Ante todo, creo con Schopenhauer que una de las razones más poderosas que impulsan al hombre hacia el arte y la ciencia es una huida de la rutina cotidiana con su torpeza dolorosa y su yermo desconsuelo, es cortar el lazo de nuestros deseos siempre cambiantes. Es el intento de afinar las cuerdas de su existencia personal saliendo al mundo de la observación y la comprensión objetivas. Son razones comparables al anhelo con que el habitante de la ciudad ruidosa y complicada tiende irresistiblemente hacia el alto paisaje de montaña, donde la mirada se explaya cruzando la pura quietud del aire, y se pierde en las reposadas perspectivas que parecen creadas para la eternidad.

A estas razones negativas se agrega una positiva. El hombre procura formarse una imagen adecuada y fácilmente aprehensible del mundo, con el fin de sobreponerla a la experiencia de la realidad, sustituyéndola hasta cierto grado por ella. Esto hacen, cada uno a su modo, el pintor, el poeta, el filósofo y el investigador de la naturaleza. Hacia esta imagen y su elaboración desplazan lo principal de su vida sensible, buscando así la paz y la seguridad que no pueden encontrar en el círculo demasiado estrecho de su agitada experiencia personal.

¿Qué posición ocupa la imagen del mundo del físico teórico entre todas estas? El físico se exige ante todo rigor y exactitud en la elaboración de los informes, lo cual solo le es permitido por el uso del lenguaje matemático. Pero para ello debe medirse en cuanto al monto del material que abarca, y darse por contento si reconstruye los hechos más sencillos, ya que los más complejos en cuanto a causas y consecuencias pueden ser reproducidos por el intelecto humano sin la exactitud del físico. Mayores nitidez, claridad y certeza a expensas del conjunto. Y ¿qué atracción puede tener entonces la comprensión de un retazo tan pequeño de

Naturaleza, dejando de lado cobardemente todo lo más sutil y complejo? ¿Puede darse el altivo nombre de «Imagen del Mundo» a tan resignado esfuerzo?

Creo que el altivo nombre es adecuado, pues las leyes generales en que se basan las construcciones del pensamiento de la física teórica se proclaman válidas para juzgar todos los fenómenos de la Naturaleza. Con ellas deberían poder demostrarse mediante los caminos de la deducción pura todos los fenómenos de la Naturaleza, si no fuera que tales procesos de deducción están por encima de la capacidad intelectual de los hombres. La renuncia de una imagen física del mundo en su totalidad no es, pues, una renuncia de principio. Es una alternativa, un método.

La tarea principal del físico es pues abocarse a encontrar, mediante la pura deducción, esas leyes elementales, lo más generales posible, con que configura su imagen del mundo. No hay camino lógico que lleve a estas leyes fundamentales. Debemos dejarnos conducir por la intuición, que se basa en una sensación de la experiencia. Podría pensarse, a causa de esta inseguridad del método, que hay muchos sistemas posiblemente arbitrarios en la física teórica: es una opinión que se justifica plenamente. Pero la experiencia demuestra que de todas las construcciones pensables hay una única superior y digna de atención. Nadie que haya profundizado de veras en esto podrá negar que el sistema teórico ha sido prácticamente determinado por el mundo de las suposiciones, pese a que no existe camino lógico alguno que conduzca desde estas hasta las leyes fundamentales. Esto es lo que Leibnitz denominó con la feliz expresión de «armonía preestablecida». No tenerlo suficientemente en cuenta es el grave reproche que los físicos hacen a algunos teóricos del conocimiento. Creo que las raíces de la polémica que tuvieron hace unos años Mach y Planck son esas.

La esperanza en la visión de aquella «armonía preestablecida» es la fuente de la inagotable perseverancia y paciencia con que

Planck se consagra a los problemas más generales de la Ciencia, sin dejarse desviar por metas más gratificantes y más fáciles de alcanzar. Con frecuencia he oído atribuir este comportamiento a una fuerza de voluntad y a una disciplina fuera de lo común. Yo no lo creo. El sentimiento que sostiene esta capacidad es el mismo del religioso, el mismo del enamorado: la búsqueda cotidiana no surge de ningún plan ni de programa alguno, surge de una necesidad inmediata.

Aquí sentado, nuestro querido Planck se sonríe interiormente de mi pueril deambulación con la linterna de Diógenes. Nuestra simpatía por él no necesita de argumentaciones deshilvanadas. Que el amor por la Ciencia embellezca también el camino de su vida futura, y le conduzca a resolver el problema más importante de la Física actual, planteado por él mismo: ¡ojalá pueda unificar en un sistema homogéneo la teoría cuántica con la electrodinámica y la mecánica!

Principios de la física teórica

Discurso inaugural ante la Academia Prusiana de Ciencias

Muy distinguidos colegas:

Reciban ante todo mi profundo agradecimiento por haberme honrado con la mayor distinción a que pueda aspirar un hombre como yo. Al acogerme en esta Academia han permitido que me dedique por completo al estudio científico, libre de las preocupaciones y emociones que comporta una profesión práctica. No duden de mi gratitud y de mi dedicación total a mi tarea, aun cuando los frutos de mis esfuerzos puedan parecerles pobres.

Permítanme que haga algunas observaciones generales sobre la posición de mi área de trabajo, la física teórica, en relación con la física experimental. Un amigo matemático me decía medio en broma hace poco tiempo: «El matemático sabe, por supuesto, pero no sabe lo que le preguntamos en un momento determinado». Lo mismo ocurre con el físico teórico cuando es cuestionado por el físico experimental. ¿A qué se debe esta singular falta de sincronía?

El método del teórico consiste en la emisión de unas hipótesis generales de base, llamadas principios, a partir de los cuales podrá deducir resultados. Su actividad consiste, pues, en: primero, encontrar esos principios, y segundo, sacar conclusiones. Para llevar a cabo la segunda parte recibe en la escuela los instrumentos adecuados. Por lo tanto, una vez resuelta la primera parte de su tarea en un campo determinado de actividad, o en un conjunto de actividades determinado, saldrá sin duda con éxito de su trabajo si se esfuerza y razona con perseverancia. Pero lo más importante, es decir encontrar los principios que deben servir de base a las deducciones, se presenta bajo aspectos muy distintos. Para esta parte de la tarea no existe método alguno sistemáticamente aplicable que pueda ser aprendido y que nos conduzca a la meta. El investigador debe intentar que estos principios sean un fiel trasunto de la Naturaleza, aprehendiendo determinadas características de los hechos experimentales más complejos que puedan ser formulados con rigor.

Una vez realizada esta formulación, empieza el desarrollo de las consecuencias, que revelan a menudo relaciones insospechadas, y que van mucho más allá de los hechos a partir de los cuales se han formulado los principios. Pero hasta que no se hayan encontrado los principios que servirán de base a la deducción, los hechos de la experiencia individual no sirven al teórico. Es más, no puede ni siquiera hacer uso de leyes más generales

descubiertas empíricamente. Debe, más bien, reconocer su impotencia frente a los resultados elementales de la investigación empírica, hasta que no haya descubierto los principios a partir de los que podrá desarrollar deducciones lógicas.

En una situación similar se encuentra actualmente la teoría con respecto a las leyes de la radiación térmica, y del movimiento molecular a bajas temperaturas. Hace tan solo quince años nadie dudaba de que la mecánica de Galileo-Newton aplicada a los movimientos moleculares y la teoría de Maxwell sobre el campo magnético permitieran llegar correctamente a la representación exacta de las propiedades eléctricas, ópticas y térmicas de los cuerpos. Entonces Planck demostró que, para formular una ley sobre la radiación térmica basada sobre la experiencia, había que emplear un método matemático cuya incompatibilidad con los principios de la mecánica clásica se hacía cada vez más evidente. Mediante este método matemático, Planck introdujo en la Física la célebre hipótesis cuántica, que desde entonces no ha hecho más que afirmarse. Con la hipótesis cuántica subvertía de tal manera la mecánica clásica en el caso de que masas suficientemente pequeñas se desplazaran a velocidades suficientemente bajas, con aceleraciones lo bastante notables, que ahora no podemos considerar las leyes del movimiento establecidas por Galileo-Newton más que como leyes para situaciones límite. Pero a pesar de la infatigable actividad de los teóricos, aún no se ha logrado sustituir los principios de la mecánica que satisfacen la ley de radiación térmica, o la hipótesis cuántica de Planck. Aunque estemos absolutamente seguros de poder atribuir el calor al movimiento molecular, debemos confesar que, frente a las leyes fundamentales de este movimiento, nos encontramos en una posición parecida a la de los astrónomos anteriores a Newton frente a los movimientos de los planetas.

Acabo de aludir a hechos no reductibles a estudio teórico por falta de principios básicos. Asimismo, puede darse el caso de que principios lógicos formulados con claridad conduzcan a conclusiones que caigan fuera, en su totalidad o parcialmente, del ámbito de hechos actualmente accesibles a nuestra experiencia. En este caso, la tarea de investigación empírica puede tardar muchos años en descubrir si los principios de la teoría responden a la realidad. Este es el caso de la teoría de la relatividad.

Un análisis de los conceptos fundamentales de tiempo y espacio nos ha demostrado que el principio de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío, que se deduce mediante la óptica de los cuerpos en movimiento, no nos obliga a aceptar la teoría del éter inmóvil. Más bien permitió construir una teoría general que determina este extraño fenómeno según el cual, en las experiencias realizadas en la tierra, nunca notamos su movimiento de traslación. En tales circunstancias se recurre al principio de la relatividad, que dice: las leyes naturales no alteran su forma si cambiamos el sistema de coordenadas de origen ya experimentado por uno nuevo, realizando un movimiento de traslación uniforme con respecto al primero. Esta teoría fue confirmada en muchas y notables ocasiones por la experiencia. Permite también simplificar la representación teórica de conjuntos de hechos ya vinculados unos a otros.

Por otro lado, esta teoría no es, desde el punto de vista teórico, totalmente satisfactoria, debido a que el principio de la relatividad antes mencionado privilegia el movimiento uniforme. Se plantea entonces la pregunta: ¿No debería extenderse esta afirmación a los movimientos no uniformes? Ahora bien, si se parte de la base del principio de la relatividad en un sentido amplio, se ha demostrado que se llega a una extensión indefinida de la teoría de la relatividad. Esto nos lleva pues a una teoría general de la gravitación que incluye la dinámica. Pero por ahora faltan los hechos

que nos permitan comprobar la legitimidad de la introducción del principio que sirve de base.

Hemos probado que la física inductiva cuestiona a la física deductiva y viceversa, y que este tipo de respuesta exige de nosotros una tensión y un esfuerzo absolutos. ¡Ojalá podamos llegar a encontrar, gracias al trabajo común, las pruebas definitivas para mayores adelantos en este sentido!

Acerca del método de la física teórica

Si quieren aprender algo del método que utilizan los físicos teóricos, les aconsejo: no escuchen sus palabras, aténganse, a sus realizaciones. Todo aquel que descubre algo en este campo cree que el producto de su fantasía es tan natural y necesario que lo considera un hecho real y no una imagen brotada del pensamiento. Y quiere que así sea para los demás.

Estas palabras parecen invitarlos a retirarse de la sala, pues dirán que soy un físico teórico, y que por tanto debería dejar a los teóricos del conocimiento la tarea de reflexionar sobre la estructura de la ciencia teórica.

Pero me defenderé asegurándoles que mi presencia en esta cátedra no se debe a un impulso pasional sino a una cordial invitación por parte de amigos que la han dedicado a la memoria de un hombre que trabajó toda su vida para unificar el conocimiento. Además, objetivamente, podría justificar mi presencia aquí preguntando: ¿no interesa saber qué piensa de su ciencia un hombre que ha tratado de perfeccionar y aclarar los fundamentos de ella durante toda su vida? Su manera de aprehender la evolución pasada y presente podría influir tremendamente en lo que espera del futuro, y por tanto en sus proyectos inmediatos. Pero tal es la

suerte de quien se entrega con pasión al mundo de las ideas. Lo mismo pasa con el historiador, que agrupa los hechos, aún inconscientemente, en base a unos ideales subjetivos que la sociedad humana le sugiere.

Hoy analizaremos en forma superficial el desarrollo del sistema teórico y el conjunto de los hechos experimentales. Se trata del eterno antagonismo entre las dos componentes indivisibles de nuestro conocimiento: empirismo y razón.

Admiramos a Grecia por ser cuna de la ciencia occidental. Allí se creó por primera vez un sistema lógico, cuyas proposiciones se deducían unas de las otras con tanta exactitud que cada demostración no dejaba lugar a duda alguna. Esta maravillosa hazaña de la razón, la geometría de Euclides, dio confianza al hombre para sus realizaciones posteriores. Quien se haya entusiasmado en la juventud por esta obra no nació para convertirse en investigador teórico.

Pero para alcanzar una ciencia que describa la realidad se necesita de un segundo conocimiento básico, que hasta Kepler y Galileo había sido ignorado por los filósofos. A través del razonamiento lógico no podemos alcanzar conocimiento ninguno sobre el mundo de la experiencia; todo el saber de la realidad nace de la experiencia y desemboca en ella. Las leyes encontradas mediante el uso de la lógica no tienen ningún contenido con respecto a lo real. Gracias a este descubrimiento empírico, y sobre todo a que luchó violentamente por imponerlo, Galileo se convirtió en el padre de la física moderna e incluso de todas las ciencias de la naturaleza.

Pero si la experiencia inicia, describe y propone una síntesis de la realidad, ¿cuál es el papel de la razón en la Ciencia?

Un sistema completo de física teórica está formado por un conjunto de conceptos, de leyes fundamentales aplicables a dichos conceptos y de las proposiciones lógicas que pueden deducirse

normalmente de ellas. Estos corolarios en los que se ejerce la deducción responden exactamente a nuestras experiencias individuales; tal es la razón profunda por la que, en un libro teórico, la deducción representa casi toda la obra.

En realidad esto es exactamente lo que ocurre en la geometría euclidiana, solo que en ella las leyes fundamentales se llaman axiomas y que las proposiciones a deducir no se fundamentan en las experiencias comunes. Pero si concebimos la geometría euclidiana como la teoría de las posibilidades de situación de los cuerpos prácticamente rígidos, es decir, interpretándose como una ciencia física sin suprimir su contenido empírico originario, entonces la identidad lógica entre geometría y física teórica es evidente.

Así hemos asignado a la razón y a la experiencia su lugar dentro del sistema de la física teórica. La razón constituye la estructura del sistema: el contenido experimental y sus mutuas dependencias encontrarán su demostración a través de las proposiciones deductivas. En la posibilidad de una demostración de este tipo se basan el valor y la comprobación de todo el sistema y en particular de las leyes fundamentales y los conceptos en los que está basado. Por otra parte, los conceptos y las leyes fundamentales son invenciones libres del intelecto humano que no pueden ser comprobadas *a priori* ni por la naturaleza del intelecto humano ni de cualquier otro modo.

Los conceptos y leyes fundamentales ya no reductibles configuran la parte inevitable de teoría que la razón no puede comprender. El objeto principal de toda teoría es simplificar y reducir al máximo esos elementos fundamentales e irreductibles sin tener que desprenderse de la demostración correspondiente a cualquier contenido experimental.

La concepción que aquí se ha expuesto acerca del carácter puramente ficticio de las bases de la teoría aún no era mayoritaria en los siglos XVIII y XIX. Sin embargo cada vez gana más terreno

debido a que el distanciamiento entre los conceptos y las leyes fundamentales por un lado, y las consecuencias que podemos comprobar mediante la experiencia por el otro, se hace cada vez más pequeño a medida que la construcción lógica se hace más homogénea, es decir, cada vez podemos hacer descansar dicha construcción en menos elementos lógicos, conceptualmente independientes entre sí.

Newton, primer creador de un sistema amplio y eficiente de la física teórica, no duda que los conceptos y las leyes fundamentales de su sistema resultan directamente de la experiencia. Creo que es en este sentido en el que debe interpretarse su principio *hypothesis non fingo*.

De hecho, las nociones de espacio y tiempo no parecían presentar entonces problema alguno. Los conceptos de masa, inercia y fuerza, y sus relaciones directamente determinadas por la ley parecían derivar directamente de la experiencia. Una vez aceptada esta base, la expresión «fuerza de gravitación» por ejemplo se deduce de la experiencia y habría que esperar que así ocurriese con las demás fuerzas.

De todas maneras, de la formulación de Newton se desprende que el concepto de espacio absoluto le preocupaba. Era consciente del hecho de que este último concepto no parecía responder a nada relacionado con la experiencia. También le desagradaba la introducción de las fuerzas distantes. Pero el increíble éxito práctico de su teoría les impidió, a él y a los físicos de los siglos XVIII y XIX, reconocer el carácter ficticio de los fundamentos de su sistema.

Los investigadores de la naturaleza de aquella época creían que los conceptos y leyes fundamentales de la física no eran libres invenciones del pensamiento humano, sino que por abstracción podían deducirse de las experiencias, es decir, ser encontradas por un camino lógico. La revelación de la inexactitud de esta

concepción fue llevada a cabo en realidad por la teoría de la relatividad general. Pues esta mostraba que basándose en un fundamento que difería notablemente de los de Newton, se podían justificar los hechos de la realidad de una manera incluso más satisfactoria y global que la permitida por los fundamentos de Newton. Pero aparte de la posible superioridad, el carácter ficticio de los fundamentos se hace evidente al existir dos fundamentos intrínsecamente diferentes que concuerdan con la experiencia. Con esto también se demuestra que todo intento de deducir los conceptos y leyes fundamentales de la mecánica a partir de experiencias elementales está condenado al fracaso.

Pero si es verdad que la base axiomática no puede obtenerse de la experiencia, ¿es posible aspirar al hallazgo del recto camino? Aún más: ¿no existirá ese recto camino solo como ilusión? ¿Podemos creer que la experiencia nos guía correctamente, cuando existen teorías como la mecánica clásica que concuerdan con ella sin comprender los hechos en toda su profundidad? A esto respondo que, según mi opinión, sí existe el recto camino, y que además lo podemos encontrar.

Según nuestra experiencia estamos autorizados a pensar que la Naturaleza es la realización de lo matemáticamente más simple. Creo que a través de una construcción matemática pura es posible hallar los conceptos y las relaciones que iluminen una comprensión de la Naturaleza. Los conceptos usables matemáticamente pueden estar próximos a la experiencia, pero en ningún caso pueden deducirse de ella. Está claro que la experiencia es el único criterio que tiene la Física para determinar la utilidad de una construcción matemática. Pero el principio creativo se encuentra en realidad en la matemática. De algún modo creo que es cierto que a través del pensamiento puede comprenderse la realidad, tal como lo soñaron los antiguos.

Para justificar esta confianza tengo que hacer uso de conceptos matemáticos: el mundo físico está formado por un continuo tetradimensional. Si introduzco en este la métrica de Riemann y pregunto cuáles son las leyes más simples que satisfacen a dicha métrica, llego a la teoría de la gravitación relativista del espacio vacío.

Una vez alcanzado este punto, aún falta una teoría para las partes del espacio en las que no desaparezca la densidad eléctrica. Louis de Broglie adivinó la existencia de un campo ondulatorio que se podía aplicar para explicar determinadas propiedades cuánticas de la materia. Dirac encontró en los semivectores una nueva magnitud de campo, cuyas ecuaciones más simples permitían explicar las propiedades de los electrones. Por último, junto con mi colaborador, doctor Walter Mayer, descubrí que estos semivectores eran un caso especial de una nueva clase de campo relacionado matemáticamente con el campo tetradimensional. Las ecuaciones más sencillas a que podían someterse los semivectores nos dan la clase de la existencia de dos partículas elementales de diferente masa e igual carga, pero de signo opuesto.

En un continuo métrico de cuatro dimensiones pueden existir estos semivectores, que aparte de los vectores, son los entes matemáticos más sencillos capaces de formar un campo. Creo que describen, sin lugar a dudas, las propiedades de las partículas elementales con carga eléctrica.

Para nuestra concepción es esencial que todas estas imágenes y sus relaciones sigan el principio de buscar los conceptos matemáticos más simples. En la delimitación de los campos y ecuaciones sencillas que puedan existir matemáticamente, descansa la esperanza del teórico de comprender lo real en toda su profundidad.

El punto más difícil de esta teoría de campos está en la comprensión de la estructura atómica de la materia y de la energía. La teoría no es atómica en sus fundamentos, pues en definitiva opera con funciones continuas del espacio, al contrario de la mecánica clásica, cuyo elemento principal, el punto material, responde a la estructura atómica de la materia.

La teoría cuántica moderna en la forma caracterizada por de Broglie, Schrödinger y Dirac, que opera con funciones continuas, ha superado esta dificultad mediante una interpretación atrevida, formulada en primer lugar por Max Born: las funciones espaciales que aparecen en las ecuaciones no pretenden ser un modelo matemático de la imagen atómica. Tales funciones solo han de determinar el cálculo de las posibilidades de aquellas imágenes en el caso de una medición en un lugar determinado.

Esta interpretación es lógicamente irreprochable y logra éxitos significativos. Pero por desgracia necesita hacer uso de un continuo cuya cifra dimensional (cuatro) ya no es el de la física existente hasta ahora, sino que crece ilimitadamente según el sistema considerado. No puedo evitar el pronosticar a esta interpretación un significado efímero. Aún creo en la posibilidad de un modelo de la realidad, esto es, de una teoría que describa las cosas en sí y no solo la posibilidad de su aparición.

Por otra parte, creo que tendremos que abandonar la idea de un modelo teórico que describa la localización completa de las partículas. Este me parece ser el resultado definitivo del principio de incertidumbre de Heisenberg. Pero se puede pensar en sentido intrínseco (no solo en base a una interpretación) en una teoría atómica sin localización de las partículas en el modelo matemático. Para concordar, por ejemplo, con el carácter atómico de la electricidad, las ecuaciones del campo han de llevarnos a las siguientes conclusiones: una región del espacio en cuya frontera desaparezca la densidad eléctrica contiene siempre una carga

eléctrica total no nula. Por lo tanto en una teoría del continuo se podría expresar satisfactoriamente el carácter atómico de las leyes integrales, sin determinar la localización de los elementos estipulados en la estructura atómica.

Solo cuando se encontrara una descripción de este tipo de la estructura atómica, consideraría que se ha resuelto el enigma cuántico.

¿Qué es la teoría de la relatividad?

Con mucho gusto accedo al ruego de su colaborador, de escribir algo sobre relatividad para el *Times*. Pues tras la lamentable ruptura de relaciones internacionales de los científicos, será la ocasión de expresar mi agradecimiento a los físicos y astrónomos ingleses.

Está dentro de las tradiciones del trabajo científico de su país el que célebres investigadores e institutos dediquen tiempo y esfuerzos para comprobar una teoría completada y publicada durante la guerra en un país enemigo. Y si bien cuando se trató de examinar la influencia del campo gravitatorio del sol en los haces luminosos, era un asunto puramente objetivo, quiero expresar mi agradecimiento personal a mis colegas ingleses, pues sin ellos no hubiera podido tener la comprobación de la consecuencia más importante de mi teoría.

Las teorías físicas son de diversas clases. La mayor parte son constructivas. O sea que intentan construir a partir de una base formal una imagen de sucesos más complejos. Así la teoría cinética de los gases intenta reducir los fenómenos mecánicos, térmicos y de difusión a los movimientos de las moléculas. Vale decir, construir una teoría a partir de la hipótesis del movimiento

molecular. Cuando se dice que un conjunto de sucesos de la naturaleza han sido finalmente comprendidos, se quiere decir que se ha encontrado una teoría constructiva que abarca esos sucesos.

Esa es una importante clase de teorías. Luego existe un segundo grupo, que llamaré teorías de principios. Estas no utilizan métodos sintéticos, sino analíticos. O sea que no se parte de una hipótesis y de elementos constructivos sino de los resultados de la experiencia. Es un método empírico. De sus principios se deducen criterios formulables matemáticamente, y ellos servirán para satisfacer sucesos individuales, por ejemplo, las imágenes teóricas. Es así como la termodinámica intenta determinar relaciones que satisfarán los hechos individuales, a partir de un dato de la experiencia: es imposible una movilidad perpetua.

Las teorías constructivas tienen las ventajas de su claridad, integridad y capacidad de adaptación. Las de principios, las de integridad lógica y seguridad de fundamento.

La teoría de la relatividad es una teoría de principios. Para entender su naturaleza deben comprenderse en primer lugar los principios sobre los que se basa. Pero ante todo tengo que señalar que es una teoría parecida a un edificio de dos plantas. Pues está compuesta por la teoría de la relatividad restringida y la teoría de la relatividad general.

La teoría de la relatividad restringida, base de la general, contempla todos los fenómenos físicos excepto la gravitación. La teoría de la relatividad general ofrece una ley de gravitación y sus relaciones con las otras fuerzas naturales.

Desde la antigua Grecia se sabe: para describir el movimiento de un cuerpo hace falta un segundo cuerpo que sirva de referencia. Por ejemplo: el movimiento de un coche se refiere al suelo, el de un planeta a la totalidad de estrellas fijas visibles. En física ese segundo cuerpo o referencia se llama sistema de coordenadas. Y

por ejemplo las leyes de mecánica de Galileo y de Newton solo pueden formularse usando un sistema de coordenadas.

Para que valgan las leyes de la mecánica, el movimiento del sistema de coordenadas no puede elegirse arbitrariamente. Debe estar libre de rotaciones y de aceleraciones. Hay un sistema de coordenadas admitido por la mecánica, que se llama «sistema inercial». Pero según la mecánica el estado de movimiento de un sistema inercial no está suficientemente determinado por la naturaleza. Más válida es por eso la ley que establece que un sistema de movimiento de traslación uniforme respecto a un sistema inercial es a su vez él también un sistema inercial.

Con el nombre de «principio de relatividad restringida» se entiende pues la aplicación de esta ley a cualquier fenómeno de la naturaleza. Vale decir: toda ley general de la naturaleza que valga aplicada a un sistema de coordenadas K, tiene que ser válida aplicada a un sistema de coordenadas K^1, siempre que esté dotado de un movimiento de traslación uniforme respecto a K.

El segundo principio sobre el que se basa la teoría de la relatividad restringida es el principio de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío. O sea: la luz tiene en el vacío una determinada velocidad de propagación, independiente del estado de movimiento de su fuente. La seguridad de este principio se basa en los resultados de la electrodinámica de Maxwell-Lorentz.

Los dos principios tienen sólidos respaldos en la experiencia. Pero no podían unificarse de manera lógica. Su unificación lógica fue conseguida finalmente por la teoría de la relatividad restringida. Fue mediante una alteración de la cinemática, esto es, de la ciencia que se ocupa de las leyes del espacio y del tiempo desde el punto de vista físico. Se comprobó que la simultaneidad de dos acontecimientos solo tenía sentido si se referían a un mismo sistema de coordenadas. Y que la forma de los patrones de medida, así como la velocidad de la marcha de los relojes, tenía

que depender de su estado de movimiento respecto al sistema de coordenadas.

La física antigua, incluso las leyes del movimiento de Galileo-Newton, no se adaptaban a esta cinemática relativista. Sin embargo, de esta surgían condiciones matemáticas generales que tenían que concordar con las leyes de la naturaleza. Tenían que concordar siempre que los dos principios generales ya nombrados fueran verdaderamente concluyentes. A ellos había que ajustar la física. Y se llegó a una nueva ley del movimiento para masas a grandes velocidades, que se verificó en partículas cargadas eléctricamente.

El resultado más importante de la teoría de la relatividad se refería precisamente a la masa inerte. Demostró que ella no era más que energía latente. Así, la ley de conservación de la masa perdió su independencia y se fundió con la de conservación de la energía.

La teoría de la relatividad restringida, no era más que el desarrollo sistemático de la electrodinámica de Maxwell-Lorentz. Pero ¿por qué limitar la independencia de las leyes físicas al estado de sistemas de coordenadas en movimiento de traslación uniforme? ¿Qué tiene que ver la naturaleza con unos sistemas de coordenadas introducidos por nosotros, y con sus estados de movimiento? Si para describir la naturaleza fuera necesario el uso de sistemas de coordenadas introducidos arbitrariamente por nosotros, la elección de sus estados de movimiento no tendría que estar sometida a limitación alguna. Las leyes tendrían que ser totalmente independientes de esta elección (principio general de la relatividad).

La conclusión de este principio general de la relatividad es similar a una experiencia conocida desde hace mucho tiempo: según ella, la inercia y el peso de un cuerpo se expresan por la misma constante (identidad entre la masa inerte y la masa

pesante). Pensemos en un sistema de coordenadas concebido en rotación uniforme respecto a un sistema inerte, en el sentido newtoniano. Según enseña Newton, las fuerzas centrífugas que aparecen respecto al segundo sistema deben interpretarse como una acción de la inercia. ¿No sería posible interpretar que el sistema de coordenadas está en reposo, y que las fuerzas centrífugas pueden asimilarse a las fuerzas gravitacionales? Tal interpretación parece la más indicada. Pero la mecánica clásica la prohíbe.

Esta reflexión superficial deja entrever que una teoría de la relatividad general debe proporcionar una ley de gravitación. Y la evolución del pensamiento ha hecho realidad la esperanza.

Pero el camino era más difícil de lo que se podía pensar. Había que abandonar nada menos que la geometría euclidiana. Esto significa: las leyes según las que se pueden disponer los cuerpos en el espacio no concuerdan rigurosamente con las leyes de localización que suscribe la geometría euclidiana respecto a los cuerpos. Con ello los conceptos fundamentales de «recta», «plano», etcétera, perdieron su significado exacto en la física.

En la teoría de la relatividad general, la ciencia del espacio y del tiempo, la cinemática, ya no juega el papel de fundamento independiente del resto de la física. El comportamiento geométrico de los cuerpos y la marcha de los relojes dependen en mayor grado de los campos gravitatorios. Y estos, a su vez, están generados por la materia.

La nueva teoría de la gravitación difiere mucho de la teoría de Newton. Pero sus resultados prácticos concuerdan de tal manera con ella, que es difícil encontrar criterios de diferenciación accesibles a la experiencia. Hasta ahora se han encontrado los siguientes:

1. En la rotación de las elipses de las órbitas planetarias alrededor del sol. (Comprobado en Mercurio).

2. En la curvatura de los rayos de luz por los campos gravitatorios. (Demostrado por las fotografías del eclipse solar de la expedición inglesa).

3. En el viraje hacia el rojo de las líneas espectrales de la luz emitida por las estrellas de masa significativa. (Comprobado también posteriormente).

El principal motivo de orgullo de la teoría es su unidad lógica. Si se demuestra que una sola de sus consecuencias es incorrecta debe abandonarse la teoría; no creo que sea posible introducir una modificación sin destruir toda la estructura.

Pero que nadie piense que con esta o con cualquier otra teoría pueda quedar eliminada en un sentido intrínseco la gran creación de la teoría de Newton. Sus ideas seguirán manteniendo su eminente significado en el campo de la filosofía natural, como fundamento de nuestra moderna formación de conceptos.

Sobre la teoría de la relatividad

Una conferencia en Londres

Es para mí una gran alegría hablar en la capital del país del que han partido las ideas fundamentales de la física. Pienso en la teoría de los movimientos de las masas y la gravitación que nos regaló Newton. Pienso en el concepto del campo electromagnético mediante el cual Maxwell y Faraday han proporcionado a la física un nuevo fundamento. Bien puede decirse que la teoría de la relatividad ha sido la culminación de la maravillosa estructura construida por Maxwell y Lorentz, intentando extender la teoría de campos a todos los fenómenos, incluida la gravitación.

Considerando que voy a explicar la teoría de la relatividad, debo señalar que esta teoría no tiene un origen especulativo. Su

descubrimiento se debe al intento de adaptar lo mejor posible la teoría física a los hechos observados. No se trata de un acto revolucionario, sino de la evolución natural de un camino seguido a lo largo de muchos siglos. El abandono de los conceptos fundamentales de espacio y tiempo tal como habían sido concebidos hasta ahora, no se debe interpretar como un acto voluntario. Ha sido condicionado por hechos observados.

La ley de la constancia de la luz en el vacío, corroborada por el desarrollo de la electrodinámica y de la óptica, unida al conocido experimento de Michelson para explicar la equivalencia de todos los sistemas inerciales (principio de la relatividad restringida), condujo en primer lugar a que se tuviera que relativizar el concepto de tiempo. O sea: fue necesario dotar a cada sistema inercial de su propio tiempo. Con el desarrollo de esta idea se hizo patente algo que antes no se había considerado con suficiente profundidad: la dependencia que existe entre las experiencias inmediatas por una parte, y las coordenadas y el tiempo por otra.

Una de las características más importantes de la teoría de la relatividad es que se ocupa de elaborar con mayor rigor las relaciones que hay entre los conceptos generales y los hechos experimentables. Para ello es válido siempre el fundamento siguiente: la comprobación de un concepto físico se basa en último término en su clara y significativa relación con los sucesos experimentables. Conforme a la teoría de la relatividad restringida, y en este sentido, las coordenadas espaciales y el tiempo aún tienen un carácter absoluto. Son medibles mediante relojes y cuerpos rígidos. Pero en la medida en que dependen del estado de movimiento del sistema inercial escogido, son relativos. El continuo tetradimensional que resulta de la unificación del espacio y el tiempo, mantiene según la teoría de la relatividad restringida, el mismo carácter absoluto que poseían, cada uno a su manera, el tiempo y el espacio en la teoría anterior (Minkowski). De la interpretación

de las coordenadas y del tiempo como resultado de una medición, se llega a la influencia del movimiento (respecto al sistema de coordenadas) en la forma de los cuerpos y en la marcha de los relojes, así como la equivalencia entre masa inerte y energía.

La teoría de la relatividad general debe su creación en primer lugar, al hecho experimental de la igualdad numérica que hay entre la masa inerte y el peso de un cuerpo; la mecánica clásica no ofrecía ninguna interpretación de este hecho fundamental. Se llegó a tal interpretación extendiendo el principio de la relatividad a sistemas de coordenadas acelerados uno respecto al otro. La introducción de sistemas de coordenadas acelerados respecto a un sistema inercial condiciona la aparición de campos gravitatorios respecto al primer sistema. De esto depende que la teoría de la relatividad general, basada en la identidad entre inercia y peso, proporcione una teoría del campo gravitatorio.

La introducción de sistemas de coordenadas acelerados uno respecto al otro como sistemas de coordenadas equivalentes, tal como imponía la identidad entre inercia y peso, condujo, junto con los fenómenos de la teoría de la relatividad restringida, a la conclusión de que las leyes que rigen la localización de los cuerpos rígidos en presencia de un campo gravitatorio, no responden a las reglas de la geometría euclidiana. Lo mismo ocurre con la velocidad de la marcha de los relojes. De esto se deduce la necesidad de unificar definitivamente la teoría del espacio y el tiempo, debido a que ahora la interpretación inmediata es realizable por medio de los resultados de mediciones llevadas a cabo usando patrones de medida y relojes ideales. Esta generalización de la métrica, posible ya gracias a las investigaciones de Gauss y Riemann, descansa en el hecho de que la métrica de la teoría de la relatividad, restringida a regiones pequeñas, es también válida para el caso general.

Esta evolución tal como ha sido expuesta quita a las coordenadas espacio-tiempo cualquier existencia real. Lo métrico real solo se presenta con la incorporación a las coordenadas espacio-tiempo de magnitudes matemáticas, que describen el campo gravitatorio.

Hay un segundo origen en el proceso de creación de la teoría de la relatividad general. Como ya señaló Mach, en la teoría de Newton hay un punto problemático: si lo contemplamos desde un punto de vista puramente descriptivo y no causal, el movimiento solo existe como movimiento relativo entre varias cosas. Pero el concepto de la aceleración que aparece en las ecuaciones del movimiento de Newton no figura dentro del concepto de movimiento relativo. Forzó a Newton a fingir un espacio físico en relación al cual debía existir la aceleración. Esta introducción *ad hoc* del concepto de espacio absoluto es lógicamente correcta, pero es al mismo tiempo problemática. Debido a ello, Ernst Mach buscó una modificación de las ecuaciones de la mecánica mediante la cual la inercia de los cuerpos pudiera reducirse a un movimiento respecto a la totalidad de las restantes masas ponderables.

Pero el problema sigue siendo incómodo para la razón. Y es ello lo que insta a aceptar con mayor intensidad la teoría de la relatividad general ya que, según esta, las propiedades del espacio están influidas por la materia ponderable. El conferenciante cree que este problema solo puede ser resuelto por la teoría de la relatividad general, considerando el mundo espacialmente cerrado. Los resultados matemáticos nos obligan a esta interpretación, si suponemos que la densidad media de la materia ponderable, aun cuando sea muy pequeña, tiene un valor finito.

Geometría y experiencia

Las matemáticas gozan de prestigio propio frente a las demás ciencias. El motivo es que sus proposiciones son absolutamente ciertas e indiscutibles, mientras que todas las proposiciones de las demás ciencias son discutibles hasta cierto punto, y corren siempre peligro de quedar invalidadas por nuevos descubrimientos. A pesar de ello, el investigador de otra área no necesitaría envidiar la suerte del matemático, cuyas proposiciones no se refieren a hechos de la realidad sino solo de nuestra imaginación. No debe sorprender que se llegue a conclusiones lógicas congruentes si uno se ha puesto de acuerdo en los axiomas fundamentales, así como en el método a seguir. De este método y de los axiomas fundamentales deberán deducirse todas las proposiciones. Por otra parte, este gran prestigio de las matemáticas descansa en el grado de seguridad que confieren a las ciencias de la naturaleza, grado que estas no podrían alcanzar sin su ayuda.

Llegados a este punto, surge el problema que tanto ha preocupado a los científicos de todos los tiempos. ¿Cómo es posible que las matemáticas encajen con tanta perfección en los hechos de la realidad, siendo un producto del pensamiento humano independiente de toda experiencia? ¿Acaso el intelecto humano puede profundizar, a través del pensamiento puro, en las propiedades de los objetos reales sin la ayuda de la experiencia?

Según mi opinión, esa pregunta puede responderse como sigue: cuando las proposiciones matemáticas se refieren a la realidad, no son ciertas; cuando son ciertas, no hacen referencia a la realidad. Creo que este estado de cosas se me ha aclarado por completo gracias a esa parte de las matemáticas conocida como axiomática. El avance logrado por la axiomática consiste precisamente en que a través de ella se trazó una frontera nítida entre lo lógico-formal y el contenido práctico. Únicamente lo lógico-

formal constituye, con arreglo a la axiomática, e) objetivo de las matemáticas. No así la intuición ni cualquier otro tema vinculado a lo lógico-formal.

Consideremos con arreglo a este criterio cualquier axioma de la geometría. Por ejemplo el siguiente: por dos puntos del espacio pasa siempre una, y solo una, recta. ¿Cómo se ha de interpretar este axioma según el criterio antiguo y el nuevo?

Interpretación antigua: todo el mundo sabe lo que es una recta y lo que es un punto. Que esto se sepa gracias a una facultad del espíritu humano, o bien mediante la experiencia, o bien debido a una combinación de ambas, o por cualquier otra causa, no necesita decidirlo el matemático. Queda a cargo del filósofo. El citado axioma (al igual que todos los demás) se basa en un conocimiento anterior a toda matemática. Y por eso es un término apto para expresar una parte de este saber *a priori*.

Interpretación nueva: la geometría trata de hechos descritos por las palabras recta, punto, etcétera. No se supone ningún conocimiento u opinión acerca de estos temas. Solo se supone la validez puramente formal de los axiomas comprendidos, esto quiere decir, independizados de cualquier contenido intuitivo o experimental. Estos axiomas definen los hechos de que trata la geometría. Por esto Schlick, en su libro sobre la teoría del conocimiento de causas, ha descrito tan acertadamente los axiomas como «definiciones implícitas».

Esta apreciación, sustentada por la axiomática moderna, purifica a las matemáticas de todos los elementos no pertenecientes a ellas y suprime la oscuridad mística que anteriormente era inherente a su fundamento. Una exposición tan clara pone en evidencia que las matemáticas están en condiciones de inducir afirmaciones, tanto sobre los hechos de la intuición imaginativa, como sobre los hechos de la realidad. Los conceptos «punto», «recta», etcétera, se han de comprender en la geometría axiomática solo

como nociones esquemáticas sin contenido. Lo que les da contenido no corresponde a las matemáticas.

Por otra parte también es cierto que las matemáticas, y en especial la geometría, deben su origen a la necesidad de averiguar el comportamiento de los objetos reales. La palabra «geometría», que al fin y al cabo significa «mediciones geodésicas», ya pone esto en evidencia. Pues la medición geodésica trata de las posibilidades de localización relativa entre varios cuerpos físicos, es decir, de partes de la tierra, jalones, instrumentos de medición, etcétera. Queda claro que el método conceptual de la geometría axiomática por sí solo no puede suministrar ninguna afirmación sobre los objetos de la realidad que nosotros queremos conceptuar como cuerpos prácticamente rígidos. Para proporcionar tales afirmaciones hay que despojar a la geometría axiomática de su carácter únicamente lógico-formal, aunque se podrá añadir hechos experimentales de la realidad a los esquemas de comprensión de la geometría axiomática. Para realizar esto, basta con añadir la siguiente proposición:

En cuanto atañe a posibilidades de localización, los cuerpos rígidos se comportan como los cuerpos tridimensionales de la geometría euclidiana; pues las proposiciones de la geometría euclidiana contienen afirmaciones sobre el comportamiento de los cuerpos prácticamente rígidos.

La geometría así completada es sin duda una ciencia de la naturaleza; de hecho la podemos considerar como la rama más antigua de la física. Sus afirmaciones se refieren ante todo a la inducción de la experiencia; y no solo a claves lógicas. A la geometría así completada la llamaremos «geometría práctica» para distinguirla en lo sucesivo de la geometría axiomática. Que la geometría práctica del mundo sea una geometría euclidiana o no es una pregunta de significado obvio, a la que solo puede responderse mediante la experiencia. Todas las medidas de distancias largas, así

como las mediciones geodésicas y astronómicas, son geometría práctica en la física, si nos ayudamos de la siguiente proposición experimental: la luz se propaga en línea recta y solamente en línea recta según el sentido de la geometría práctica.

Concedo trascendencia especial a la interpretación de la geometría así estructurada, ya que sin ella no hubiera podido formular la teoría de la relatividad. Sin ella no habría sido posible la siguiente reflexión: en un sistema de referencia en rotación respecto a un sistema inerte, las posibilidades de localización de un sólido rígido no cumplen las reglas de la geometría euclidiana, debido a la contradicción de Lorentz. Por consiguiente al admitir los mismos derechos para los sistemas no inertes se ha de abandonar la geometría euclidiana. El paso decisivo, que consistió en pasar a utilizar ecuaciones covariantes generalizadas, no se hubiera dado de no existir la interpretación anterior como punto de partida. Si se desestima la relación que hay entre los cuerpos de la geometría axiomática euclidiana y el sólido prácticamente rígido de la realidad, se logra llegar muy pronto a la siguiente interpretación, sostenida especialmente por H. Poincaré: de todas las geometrías axiomáticas imaginables, la euclidiana es admirable por su sencillez. Considerando que la geometría axiomática solo contiene afirmaciones acerca de la realidad experimentable, cuando relacionamos sus proposiciones con las proposiciones de la física tendría que ser posible y al mismo tiempo razonable seguir ateniéndonos a la geometría euclidiana, como quiera que esté estructurada la realidad. Pues en caso de que se comprueben contradicciones entre teoría y experiencia, uno se decidirá preferentemente por una modificación de las leyes físicas más que por una alteración de la geometría axiomática euclidiana. Si se rechaza la relación entre el sólido prácticamente rígido y la geometría, no será posible desprenderse con facilidad de la convención de que lo más sencillo es atenerse a la geometría euclidiana.

¿Por qué rehúsan Poincaré y otros investigadores la evidente equivalencia que hay entre el sólido prácticamente rígido de la experiencia y los cuerpos de la geometría? Sencillamente porque los sólidos realmente rígidos de la naturaleza no son rígidos si los observamos con exactitud, y también porque su comportamiento geométrico, es decir, sus posibilidades de localización en el espacio, dependen de la temperatura, las fuerzas exteriores, etcétera. Con esto parece que la relación originaria entre la geometría y la realidad se viene abajo, y uno se siente forzado hacia la siguiente interpretación, que es el punto de vista de Poincaré. La geometría (G) no dice nada acerca de los comportamientos de los objetos reales. Esto lo realiza únicamente la geometría, en unión con el contenido (P) de las leyes de la física; simbólicamente podemos decir que solo la suma (G) + (P) no resiste el control de la experiencia. Por tanto se puede escoger a (G) arbitrariamente, así como a partes de (P); todas estas leyes son convenciones. Para evitar contradicciones solo es necesario escoger el resto de (P) de tal manera que (G) junto a la totalidad de (P) corresponda a la realidad.

Sub specie aeterni, Poincaré tiene razón en esta interpretación. La noción de patrón de medida, así como el concepto del reloj de medición, que en la teoría de la relatividad aparecen coordinados no encuentran ningún objeto de la realidad que cuadre con ellos. También está claro que el sólido rígido y el reloj no juegan el papel de elementos irreductibles en la estructuración de los conceptos de la física. Son ideas sintéticas, que deben jugar un papel independiente en la estructuración de la física teórica. Sin embargo, según mi opinión, en el estado actual de desarrollo de la física teórica es necesario recurrir a estos conceptos como si fueran independientes; pues aún nos encontramos lejos de un conocimiento tan preciso de los fundamentos de la atomística que nos permitan una exacta estructuración teórica de dichas ideas.

Lo que concierne al argumento de que en la naturaleza no existen verdaderos cuerpos rígidos, y que por tanto sus propiedades no afectan a la realidad física, es una opinión basada en una observación superficial; pues la opinión expresada antes no es en modo alguno tan profunda, si tenemos en cuenta que no ofrece mayores dificultades establecer con suficiente precisión el estado físico de un patrón de medida para que su comportamiento, referido a la situación relativa de otros patrones de medida, quede suficientemente definido y pueda ser sustituido por el cuerpo «rígido». Las proposiciones sobre sólidos rígidos se han de referir a estos patrones de medida.

Toda la geometría práctica descansa sobre un axioma al alcance de la experiencia que vamos a imaginar ahora. Queremos llamar distancia a dos marcas hechas en un sólido prácticamente rígido, y nos imaginamos dos sólidos prácticamente rígidos con una distancia marcada en cada uno de ellos. De estas dos distancias diremos que son «recíprocamente iguales» si se pueden hacer coincidir siempre las marcas de un sólido con las del otro. Siendo así se supone lo siguiente:

Si dos distancias han sido halladas alguna vez como iguales, serán invariablemente y en todo lugar iguales. Se basan en este supuesto no solo la geometría práctica euclidiana, sino también su generalización posterior, la geometría rimanniana y con ella la teoría de la relatividad general. De los argumentos experimentales que justifican lo acertado de esta suposición, solo quiero mencionar uno: el fenómeno de la propagación en el vacío asigna a cada intervalo de tiempo local una distancia que es el correspondiente camino de ida y vuelta de la luz. Con esto guarda relación el hecho de que la suposición citada también debe valer en la teoría de la relatividad para intervalos de tiempo de reloj. Por consiguiente se puede formular así: dos relojes ideales marchan a igual ritmo, no importa dónde y cuándo (con lo cual ocupan

posiciones contiguas en el espacio). O sea: marchan a igual ritmo, sin variar, con independencia de dónde y cuándo sean mutuamente comparados. Si esta proposición no fuera válida para los relojes naturales, las frecuencias propias de los átomos de un mismo elemento químico no concordarían con tanta exactitud como demuestra la experiencia. La existencia de líneas espectrales agudas prueba la convincente conclusión del llamado «axioma de la geometría práctica». Sobre esto se basa en última instancia que podamos hablar de manera razonable, en el sentido de Riemann, de una métrica del espacio tetradimensional tiempo-continuo.

La pregunta de si esta continuidad está estructurada euclidianamente, de acuerdo con el esquema rimanniano, o de otro modo, es, después de la opinión aquí sostenida, una pregunta intrínsecamente física. O sea: debe ser contestada mediante la experiencia y no con la ayuda de una convención escogida ex profeso. La geometría rimanniana valdrá cuando las leyes de localización de los sólidos prácticamente rígidos se transformen con mayor exactitud en las mismas que rigen para los cuerpos de la geometría euclidiana, es decir, a medida que se reduzcan las medidas de la región espacio-tiempo abarcadas por el ojo.

La interpretación física de la geometría aquí sostenida no acepta, en su ampliación inmediata, la existencia de espacios de orden submolecular. Conserva a pesar de ello una parte de su significación al afrontar las preguntas sobre la constitución de las partículas elementales. Pues se puede intentar dar un significado físico a aquellos conceptos acerca de los campos que se han definido para la descripción del comportamiento geométrico de grandes cuerpos a partir de sus moléculas, así como a las partículas eléctricas que constituyen la materia. Solo el éxito del resultado puede decidir acerca de lo justificado de un ensayo que atribuya una realidad física a los conceptos básicos de la geometría

rimanniana, por encima de su dominio de definición. Podría ser que esta extrapolación evidenciara ser tan poco apta como la extrapolación del concepto de temperatura a partes de un cuerpo de orden molecular.

Menos problemática aparece la extensión de los conceptos de la geometría práctica a espacios de orden cósmico. Se podría objetar que una estructura formada por barras sólidas se aleja tanto más del ideal de rigidez cuanto mayor es su extensión espacial. Pero difícilmente se podrá atribuir a esta objeción un significado de importancia fundamental. Por tal motivo me planteo esta pregunta: ¿es el mundo espacialmente finito?, pregunta que dentro de la geometría práctica parece razonable. No considero que esta pregunta quede excluida por el mero hecho de que sea respondida por la astronomía en un futuro no muy lejano. Recordemos lo que dice la teoría de la relatividad general a este respecto. Según ella hay dos posibilidades:

1. El mundo es infinito. Esto solo es posible si la densidad media de la materia concentrada en las estrellas desaparece en el universo, es decir, cuando el comportamiento de la masa total de las estrellas respecto a la amplitud del espacio en el cual se hallan dispersas se acerque ilimitadamente a cero, a medida que se va haciendo mayor el espacio tomado en consideración.

2. El mundo es finito. Tal será el caso si la densidad media de la materia ponderable en el universo es distinta de cero. El volumen del universo es tanto mayor cuanto menor sea la densidad.

No quiero dejar de mencionar que existe un argumento en favor de que el espacio es finito. La teoría de la relatividad general demuestra que la inercia de un cuerpo es tanto mayor cuanto mayor sea la masa ponderable que se encuentra en su entorno; por consiguiente es natural atribuir la inercia global de un cuerpo a intercambios recíprocos entre un cuerpo y los restantes, tal como se hace desde Newton al atribuir la gravedad a efectos

mutuos entre los cuerpos. De las ecuaciones de la teoría de la relatividad general se puede deducir que esta atribución de la inercia a efectos recíprocos entre las masas solo es posible si el mundo es finito, tal como lo ha postulado E. Mach.

A muchos físicos y astrónomos no les hace ninguna impresión este argumento. En último extremo únicamente la experiencia podrá decidir cuál de las dos posibilidades verifica la naturaleza. ¿Cómo puede dar respuesta la experiencia? En primer lugar puede creerse que la densidad media de la materia puede ser determinada a través de observaciones de las partes accesibles del universo. Esa esperanza es engañosa. La distribución de las estrellas visibles es extremadamente irregular, de tal manera que de ningún modo podemos arriesgarnos a equiparar la densidad media de la materia de las estrellas en el universo a, por ejemplo, la densidad media en la Vía Láctea. En general podría conjeturarse que fuera del espacio explorado —sea este todo lo grande que sea— no hay más estrellas.

Hay sin embargo un segundo camino, más viable, aunque también ofrece grandes dificultades. Preguntemos acerca de las discrepancias que hay entre las experiencias astronómicas abordables a partir de la teoría de la relatividad y las teorías newtonianas. Se hace patente así una anomalía que se manifiesta en las proximidades de una masa gravitatoria, comprobada en el caso de Mercurio. Si el mundo es finito, existe aún otra anomalía en la teoría newtoniana. En su lenguaje se expresa así: el campo gravitatorio está dispuesto de manera tal que es como si estuviera originado, aparte de por las masas ponderables, por una concentración de masas de signo contrario. Como quiera que esta concentración de las masas tendría que ser extremadamente pequeña, solo podría ser perceptible en sistemas gravitatorios de gran extensión.

Supuesto que conozcamos la distribución estadística de las estrellas en la Vía Láctea, así como sus masas, podremos calcular el campo gravitatorio según la ley de Newton. Y podremos calcular también las aceleraciones medias que han de tener las estrellas para que la Vía Láctea no se «aplastara» por las acciones mutuas de las estrellas. Si las aceleraciones medias fueran menores que las calculadas se habría comprobado que las atracciones a grandes distancias son menores que las que fueron calculadas según la ley de Newton. Por una anomalía de este tipo se podría demostrar que el mundo es finito e incluso se podría estimar la dimensión del espacio.

Sobre los orígenes de la teoría general de la relatividad

Accedo gustosamente al ruego de escribir algo histórico sobre mi propio trabajo científico. No es que otorgue un gran valor a mi obra. Creo, sin embargo, que escribir acerca del desarrollo histórico del trabajo de otras personas exige una profundización del pensamiento ajeno que resulta mucho más difícil que una explicación personal del pensamiento propio. Se está en una posición favorable que no debe desperdiciarse por modestia.

Cuando en 1905, la teoría restringida de la relatividad estableció equivalencias entre todos los sistemas inerciales para la formulación de las leyes de la naturaleza, se planteaba una pregunta inmediata: ¿no existiría una equivalencia mayor entre los sistemas de coordenadas? Expresado de otra manera: si al concepto de velocidad solo puede suscribirse un significado relativo ¿hay que seguir considerando, a pesar de todo, como absoluto el concepto de aceleración?

Desde el punto de vista puramente cinético no se podría poner en duda la relatividad de los movimientos arbitrarios; pero físicamente parecía que se privilegiaba el sistema inercial; tal significado privilegiado hacía aparecer a los otros sistemas de coordenadas en movimiento como entes artificiales.

Es cierto: conocía la interpretación de Mach según la cual la inercia no se opone a una aceleración en sí sino a una aceleración en contra de las masas de los restantes cuerpos que existen en el mundo. Esto me parecía fascinante. Pero no era una base utilizable para una teoría nueva.

Me acerqué por primera vez a la resolución del problema al intentar operar con la ley de gravitación en el marco de la teoría de la relatividad restringida. Como la mayoría de los investigadores de aquella época, intenté determinar una ley de campo para la gravitación, ya que debido a la abolición del concepto de simultaneidad ya no era posible introducir, al menos de manera natural, fuerzas que actuaran inmediatamente a distancia.

Lo más sencillo era conservar el potencial escalar de la gravitación de Laplace, y añadir a la ecuación de Poisson un término dependiente del tiempo, que cumpliera con la teoría de la relatividad restringida. También se tenía que adecuar a la teoría de la relatividad restringida la ley de movimiento de un punto másico en un campo gravitatorio. En este caso el camino a seguir ya no era tan evidente, pues la masa inerte de un cuerpo podía depender del potencial gravitatorio. Esto incluso era de esperar en base a la ley de inercia de la energía.

Pero estas investigaciones dieron resultados que me hacían desconfiar. Según la mecánica clásica, la aceleración vertical de un cuerpo en un campo gravitatorio vertical, es independiente de la componente horizontal de la velocidad. Con esto está ligado el que la aceleración vertical de un punto másico, de un sistema mecánico, sea independiente de la energía cinética de dicho

sistema. En mi teoría, la aceleración vertical en una caída libre no es independiente de la velocidad horizontal, o lo que es lo mismo, dicha aceleración depende de la energía interna del sistema.

Esto no se correspondía con las experiencias antiguas, según las cuales los cuerpos sometidos a un mismo campo gravitatorio adquieren la misma aceleración. Esta ley que también se puede formular como ley de igualdad entre la masa inerte y la masa pesante, solo me inspiró en su sentido más profundo. Su vigencia me asombraba. Al mismo tiempo creía que en ella estaba la clave para la comprensión de la inercia y de la gravitación.

Rechacé el intento expresado antes de manejar el problema de la gravitación en el marco de la teoría de la relatividad restringida, pues no cumplía con los requisitos fundamentales que imponen las características de la gravitación. Intuitivamente, la ley de la igualdad entre la masa inerte y la masa pesante podía formularse así: en un campo gravitatorio homogéneo, los movimientos referidos a un sistema de coordenadas uniformemente acelerado son equivalentes a los movimientos que se realizan en ausencia de un campo gravitatorio. Si esta ley era válida para sucesos arbitrarios (principio de equivalencia) era evidente que el principio de relatividad se tenía que extender a sistemas de coordenadas con aceleración variable entre sí, para llegar a una teoría natural de la gravitación. Estas reflexiones me mantuvieron ocupado desde 1908 hasta 1911, y me llevaron a sacar consecuencias de las que no voy a hablar aquí. Por de pronto, solo era importante el descubrimiento de que únicamente a partir de una extensión del principio relativista se podía llegar a formular una teoría razonable de la gravitación.

Había que establecer una teoría cuyas ecuaciones mantuvieran invariable su forma al someter las coordenadas a transformaciones no lineales. Si esto iba a valer para transformaciones de

coordenadas totalmente arbitrarias, o bien solo para algunas determinadas, no podía saberlo de antemano.

Pronto me di cuenta de que con la interpretación lograda mediante el principio de equivalencia, las transformaciones no lineales perdían su significado físico sencillo. Ya no podía exigirse que las diferencias de coordenadas expresaran el resultado inmediato de una medición realizada con patrones ideales. Tal descubrimiento me ocasionó grandes molestias, pues me costó mucho tiempo descubrir el significado de las coordenadas en la física. La solución al dilema la encontré en 1912, a través de la siguiente reflexión:

Para empezar tenía que encontrar una nueva formulación de la ley de inercia, que en caso de que faltara un «campo gravitatorio al aplicar un sistema inercial», se convirtiera en un sistema de coordenadas, según la formulación de Galileo del principio de inercia. Esta nueva formulación es como sigue: un punto material sobre el que no actúe ninguna fuerza se representa en el espacio tetradimensional por una línea recta, esto es, por la línea más corta, o mejor dicho por una línea límite. Esta noción dota al concepto de longitud con una métrica. En la teoría de la relatividad restringida, esta métrica era, tal como la demostró Minkowski, cuasieuclidiana; esto significa que el cuadrado de la «longitud» ds del elemento lineal es una determinada función cuadrática de las derivadas de las coordenadas.

Pero si mediante una transformación no lineal introducimos otras coordenadas, ds^2 sigue siendo una función homogénea de las derivadas de las coordenadas, pero los coeficientes de esta función *($g\mu\nu$)* ya no son constantes, sino que pasan a ser función de las coordenadas. Matemáticamente esto significa lo siguiente: el espacio físico (tetradimensional) posee una métrica de Riemann. Las líneas límites, variables con el tiempo, de esta métrica, proporcionan la ley del movimiento de un punto material

sobre el que no actúe fuerza alguna, a excepción de la fuerza gravitacional. Los coeficientes *($g\mu\nu$)* de esta métrica describen al mismo tiempo el campo gravitatorio respecto al sistema de coordenadas elegido. Con esto se había encontrado una formulación natural del principio de equivalencia, cuya extensión a un campo gravitatorio arbitrario significa una hipótesis absolutamente natural.

La solución del dilema expuesto más arriba, es por tanto la que sigue: solo al conjunto formado por las derivadas de las coordenadas y la métrica de Riemann agregada, tiene un significado físico. Con esto se había conseguido una base para la teoría de la relatividad general. Pero aún se tenían que resolver dos problemas:

1. ¿Cómo se puede trasladar una ley de campo expresada en términos de la teoría de la relatividad restringida, al caso de una métrica de Riemann?

2. ¿Cuáles son las leyes diferenciales que definen por sí mismas una métrica de Riemann (esto es, $g\mu\nu$)?

Desde 1912 hasta 1914 trabajé junto con mi amigo Marcel Grossmann en la respuesta a estas dos preguntas. Descubrimos que ya existía el método matemático para la solución del primer problema en el cálculo diferencial e infinitesimal de Ricci y Levi-Civitá.

Para resolver el segundo problema se tenían que utilizar las ecuaciones diferenciales de segundo orden de las $g\mu\nu$. Pronto nos dimos cuenta de que estas ya habían sido establecidas por Riemann (tensor de curvatura). Dos años antes de publicar la teoría de la relatividad general ya habíamos reflexionado sobre las ecuaciones del campo gravitatorio, pero no pudimos descubrir su utilidad física. Entonces creía que no podían corresponderse con la experiencia. Incluso creía que basándome en una reflexión general podría demostrar que una transformación arbitraria de las

coordenadas respecto a una ley invariante de gravitación no sería compatible con el principio de causalidad. Este error me costó dos años de trabajo, hasta que en 1915 descubrí la conexión con los sucesos experimentales de la astronomía, tras volver a hacer uso del tensor de curvatura de Riemann.

Gracias a los descubrimientos realizados, lo alcanzado en esta teoría parece casi evidente y todo estudiante con inteligencia comprendió la teoría sin dificultad. Pero los largos años de búsqueda en la oscuridad, con sus fases de inseguridad y de cansancio, hasta llegar finalmente a descubrir la verdad, solo los conoce aquel que los ha vivido.

El problema del espacio, del éter y del campo, en la física

El pensamiento científico es el desarrollo del conocimiento precientífico. Como en este último juega un papel fundamental el espacio, tenemos que empezar por tanto con el concepto del espacio del conocimiento precientífico. Existen dos puntos de vista indispensables para comprender la formación de conceptos. El primero es el lógico-analítico. Responde a la pregunta: ¿cómo dependen los juicios de los conceptos? Al responderla pisamos sobre terreno relativamente seguro. Es la seguridad que en matemáticas nos infunde tanto respeto. Pero esta seguridad se obtiene al precio de un contenido vacío. Los conceptos requieren contenido solo cuando los relacionamos, aunque sea indirectamente, con las experiencias sensoriales. Pero esta relación no puede ser comprobada lógicamente, solo puede ser experimentada. Y a pesar de todo esto, es esta relación la que determina la comprensión de los sistemas conceptuales.

Ejemplo: un arqueólogo perteneciente a una cultura posterior encuentra un tratado de geometría euclídea sin dibujos. Identificará la utilización de las palabras punto, recta, plano, en las proposiciones. También descubrirá cómo se deducen unas a partir de otras. Incluso será capaz de formular nuevas proposiciones valiéndose de las reglas que ha encontrado. Pero esta formulación de proposiciones será para él un juego de palabras carente de sentido, mientras bajo las palabras punto, recta, plano, etcétera, no pueda «pensarse algo». Solo cuando este sea el caso, la geometría adquirirá para él un significado intrínseco. De manera análoga le sucederá con la mecánica analítica, y en general con la descripción de ciencias lógico-deductivas.

¿Qué quiere decir «pensarse algo», bajo las palabras punto, recta, plano, etcétera? Significa revelar el contenido experimental al que dichas palabras se refieren. Este problema, situado fuera de la lógica, constituye el problema esencial que el arqueólogo solo podrá resolver intuitivamente, pasando revista a sus experiencias y mirando a ver si entre ellas puede encontrar algo que concuerde con la teoría y los axiomas formulados. Únicamente en este sentido se puede plantear de una manera razonable, la pregunta acerca de la entidad de una cosa descrita abstractamente.

Al preguntar sobre la entidad de los conceptos precientíficos de nuestro pensamiento, nos encontramos casi en las mismas condiciones que las del arqueólogo. Por decirlo así, hemos olvidado los rasgos peculiares del mundo experimental que originaron la formación de tales conceptos y tenemos grandes dificultades en imaginamos el mundo experimental sin distorsionarlo a través de la interpretación tradicional de los conceptos. Esta dificultad se agrava al tener que operar nuestro lenguaje con palabras relacionadas irremediablemente con tales conceptos primitivos. Estos son los obstáculos con los que nos encontramos cuando queremos determinar el concepto precientífico del espacio.

Antes de dedicarnos al problema del estudio del esparció, me gustaría hacer una observación sobre los conceptos en general: los conceptos se refieren a experiencias de los sentidos, pero no se pueden deducir de estos de una manera lógica. Por este motivo nunca he podido comprender la pregunta sobre lo *a priori*, según Kant. Las preguntas sobre la esencia de algo solo pueden intentar descubrir el carácter del conjunto de experiencias sensoriales al que se refieren los conceptos.

En cuanto al problema del espacio, creo que le ha de preceder al del objeto material. La modalidad de las impresiones y conjuntos de impresiones sensoriales que hayan originado este concepto, han sido expuestas con frecuencia. La respuesta a determinadas impresiones (caras, teclas) continuas a lo largo del tiempo y reiterables en el momento deseado, son algunas de estas características. Una vez se ha fijado el concepto de cuerpo material a través de tales experiencias tan determinantes —concepto que no presupone el concepto de espacio o relación espacial— se hace necesario comprender ideológicamente las relaciones espaciales entre tales cuerpos materiales, y si es necesario, originar conceptos que concuerden con estas relaciones espaciales. Dos objetos materiales pueden estar separados o en contacto. En el primer caso se puede colocar otro tercero sin alterar los dos primeros; en el segundo caso es imposible. Estas relaciones espaciales son claramente reales en el mismo sentido que lo son los propios cuerpos. Si dos cuerpos son equivalentes para rellenar aquel espacio intermedio, entonces son equivalentes para rellenar cualquier otro espacio intermedio. De esta manera el espacio intermedio es independiente del cuerpo elegido para rellenarlo; lo mismo vale para una regla general, para las demás relaciones espaciales. Es evidente que esta independencia representa una condición previa para la utilización de la formulación de conceptos puramente geométricos. Creo que este concepto de espacio intermedio generado

por la elección especial del cuerpo que lo rellena, es el punto de partida para el concepto de espacio.

Contemplado desde el punto de vista de la experiencia sensorial, el desarrollo del concepto de espacio está ligado al siguiente esquema: objeto material; relaciones entre las posiciones de los cuerpos materiales; espacio intermedio; espacio. Según esto el espacio aparece como algo real en el mismo sentido que los objetos materiales.

Está claro que en el mundo de los conceptos no científicos existía el concepto del espacio como algo real. Pero la matemática de Euclides no conocía este concepto como tal, sino que tenía suficiente con los conceptos de objeto, y de relación espacial entre objetos. Punto, recta, plano y distancia son la idealización de los objetos materiales. Todas las relaciones espaciales se originan a partir del concepto de contacto (rectas y planos que se cortan, puntos situados encima de una recta, etcétera). La continuidad del espacio no aparece en todo el sistema conceptual. Este concepto fue introducido por Descartes, describiendo el punto del espacio por sus coordenadas. Aquí aparecieron por primera vez figuras geométricas como partes de un espacio, concebido como un continuo tridimensional ilimitado.

La gran superioridad del tratamiento que hace Descartes del espacio, no consiste únicamente en que coloca el análisis al servicio de la geometría. El punto principal creo que es el siguiente: la geometría de los griegos privilegia ciertas figuras (recta, plano) en su descripción, otras figuras (por ejemplo, la elipse) solo los puede abordar construyéndolos o definiéndolos a partir de las figuras punto, recta y plano. Por el contrario en el tratamiento de Descartes, todas las superficies tienen en principio el mismo valor, sin privilegiar arbitrariamente las figuras lineales en la construcción de la geometría.

Si interpretamos la geometría como la enseñanza de las regularidades de las situaciones recíprocas, entonces la tenemos que considerar como la rama más antigua de la física. Esta enseñanza —como ya se ha señalado— estaba en condiciones de ser entendida sin establecer el concepto de espacio como tal, pues tenía suficiente con manejar las imágenes idealizadas, punto, recta, plano y distancia. En cambio en la física de Newton era imprescindible la noción del espacio absoluto, en el sentido de Descartes. La dinámica necesita hacer uso de los conceptos de punto másico y de distancia variable con el tiempo entre los puntos másicos. En las ecuaciones del movimiento de Newton, juega un papel fundamental la aceleración, esta no puede ser definida sin el concepto auxiliar, de distancia variable con el tiempo. La aceleración de Newton solo se puede concebir, es decir definir, mediante el espacio absoluto. Junto a la realidad geométrica del espacio, apareció pues una función inercial del espacio. Cuando Newton definía el espacio como absoluto, se refería a que tenía que conferir al espacio un estado de movimiento muy determinado, que a pesar de todo no lo fijaban por completo los fenómenos de la mecánica. Este espacio era también absoluto en un segundo sentido: su efecto inercial era independiente, esto es, el espacio no era afectado por los acontecimientos físicos; actuaba sobre las masas, pero nada actuaba sobre él.

Y sin embargo, el espacio permaneció hasta hace poco tiempo, en la consciencia de los físicos como el recipiente pasivo de todos los sucesos, y que por sí mismo no contribuía a los sucesos físicos. Esto empezó a cambiar con la teoría ondulatoria de la luz y la teoría de Faraday y Maxwell del campo electromagnético. Es evidente que en un espacio en el que no hay cuerpos existen condiciones en expansión ondulatoria, así como campos localizables capaces de ejercer fuerzas sobre masas eléctricas, por ejemplo, polos magnéticos. Como que a los físicos del siglo XIX les hubiera

parecido completamente absurdo dotar al espacio de funciones físicas específicas, se pensó en un medio, el éter, transmisor de los sucesos luminosos y electromagnéticos. Las características de este medio tenían que ser las de un campo electromagnético y se pensó que podrían ser mecánicas, similares a las deformaciones elásticas de los cuerpos rígidos. La elaboración de esta teoría mecánica del éter no llegaba a dar resultado; esto hizo que se renunciara a interpretar la naturaleza del campo del éter. El éter se convirtió en una materia cuya única función consistía en transmitir los campos eléctricos. Por consiguiente la imagen era esta: el espacio estaba llenado por el éter y en este nadaban los corpúsculos materiales como por ejemplo los átomos de la materia ponderable, pues la estructura atómica de la materia ya había sido demostrada a finales de siglo.

Debido a que las interacciones entre los cuerpos se tenían que realizar a través de los campos, tenía que existir también un campo gravitacional en el éter cuyas leyes aún no habían recibido una forma explícita. El éter no solo era el medio de las fuerzas que actuaban a través del espacio. Desde que se descubrió que las partículas eléctricas en movimiento originaban un campo magnético cuya energía podía ser un modelo para la transmisión, se pensó que la transmisión se debía a una acción localizada del campo en el éter.

Las propiedades mecánicas del éter no estaban nada claras, hasta que se produjo el gran descubrimiento de H. A. Lorentz. Todos los fenómenos electromagnéticos que se conocían en aquella época se podían interpretar en base a dos suposiciones: el éter está fijo en el espacio, es decir, no se puede mover. La electricidad está fija en las partículas elementales. En la actualidad podemos expresar el descubrimiento de Lorentz así: el espacio físico y el éter son únicamente dos expresiones diferentes para la misma cosa; los campos son los estados físicos del espacio. Pues si al éter

no le corresponde ningún estado de movimiento no hay ningún motivo para introducirlo junto al espacio como si fuera un ente de naturaleza especial. Sin embargo, los físicos no asumían esta forma o manera de pensar. Para ellos el espacio aún era un ente fijo y homogéneo, sin posibilidad de cambio. Solo Riemann, incomprendido y solitario, se preocupó por establecer una nueva concepción del espacio hacia mediados del siglo pasado; en la que se segregaba al espacio su inmovilidad y se posibilitaba su participación en los sucesos físicos. Esta contribución es asombrosa teniendo en cuenta que fue anterior a la teoría del campo eléctrico de Maxwell-Faraday. Entonces llegó la teoría de la relatividad especial con el descubrimiento de la igualdad física de todos los sistemas inerciales. En conexión con la electrodinámica, como por ejemplo la ley de la propagación de la luz, se hizo patente la inseparabilidad del espacio y el tiempo. Hasta entonces se había supuesto tácitamente que el continuo tetradimensional de los sucesos se podía estructurar de manera objetiva en el tiempo y el espacio, es decir, que al «ahora» del mundo de los sucesos, le corresponda un significado absoluto. Con el descubrimiento de la relatividad de la simultaneidad, se fundieron el espacio y el tiempo y en un continuo unitario, de manera parecida a como anteriormente se habían fundido las tres dimensiones espaciales en un continuo homogéneo. El espacio físico se completó, formando así un espacio de cuatro dimensiones que incluía la dimensión temporal. El espacio tetradimensional de la teoría de la relatividad restringida es absoluto e inmóvil al igual que el espacio de Newton.

La teoría de la relatividad es un buen ejemplo de motivo básico en el desarrollo de una teoría. Las hipótesis de partida son cada vez más abstractas, están más lejos de la experiencia. Pero por otro lado estamos más cerca de los objetivos más importantes de la ciencia: abarcar con el mínimo número de hipótesis o axiomas posibles, el máximo de experiencias mediante la deducción

lógica. Con esto, el camino intelectual que va de los axiomas a la experiencia, es decir, a las consecuencias verificables, se hace cada vez más largo y sutil. El teórico se ve forzado cada vez más a dejarse llevar por puntos de vista puramente matemáticos y formales en su búsqueda de teorías, ya que no es capaz de elevar las experiencias físicas del experimentador a un grado de abstracción tan alto. La deducción por tanteo se introdujo cuando en la ciencia prevalecían los métodos inductivos. Una estructura teorética de este tipo ha de estar muy desarrollada para poder ofrecer conclusiones que puedan ser comparadas con la experiencia. Es cierto que también aquí los hechos probados por la experiencia se erigen en jueces omnipotentes. Pero su lema solo puede ser el resultado de un difícil y gran trabajo intelectual que supere la distancia existente entre los axiomas y las consecuencias que puedan ser verificadas. Este trabajo lo ha de llevar a cabo el teórico con el convencimiento de que quizá sea el primer paso para sentenciar la muerte de su propia teoría. Al teórico que realiza un trabajo de este tipo no deberíamos tacharlo de caprichoso en un sentido peyorativo, sino que se lo tendríamos que agradecer, ya que para él no hay ningún otro camino que lo lleve a la meta. De todas maneras no se trata de unos caprichos sin ton ni son, sino de la búsqueda de las posibilidades lógicas más sencillas y sus consecuencias. Este *captatio benevolentiae* era necesario para que el lector estuviera más inclinado a leer con interés las ideas que ahora siguen: es la asociación de pensamientos que han llevado de la teoría de la relatividad restringida a la general y de esta a la teoría de campo unificado. En su explicación no se puede prescindir por completo de la utilización de signos matemáticos.

Empezamos con la teoría de la relatividad especial. Esta, aún se basa en una ley empírica, cual es la constancia de la velocidad de la luz. Sea P un punto en el vacío, P’ un punto alejado del primero una distancia infinitesimal d. Del punto P parte en el

instante de tiempo t, un impulso de luz que llega al punto P en el instante t+dt.

Entonces:

$$d\sigma = c^2\, dt^2.$$

Sean dx_1, dx_2, dx_3, las proyecciones ortogonales de dσ, e introduzcamos la coordenada de tiempo imaginaria $\sqrt{-1}\, ct = x_4$, entonces la ley de la constancia de la luz expresada anteriormente, toma la forma de:

$$ds^2 = dx_1{}^2 + dx_2{}^2 + dx_3{}^2 + dx_4{}^2 = 0$$

Como que esta fórmula expresa un estado real, a la distancia d se le podrá suscribir un significado real, incluso cuando los puntos del continuo tetradimensional P y P' sean elegidos de manera que el d que les corresponda no desaparezca. Esto se expresa de la siguiente manera: el espacio tetradimensional (con coordenadas de tiempo imaginarias) de la teoría de la relatividad especial posee una métrica euclidiana. Que a una métrica de este tipo se le llame euclidiana, está relacionado con lo siguiente: la introducción de una métrica de este tipo en un continuo tetradimensional es totalmente equivalente a la introducción de los axiomas de la métrica euclidiana. Esta identidad no es otra cosa que el teorema de Pitágoras aplicado a coordenadas diferenciales.

Este cambio de coordenadas es posible en la teoría de la relatividad especial (a través de una transformación), ya que en las nuevas coordenadas superficie ds (invariante fundamental) también se expresa como la suma de los cuadrados en las nuevas coordenadas diferenciales. Estas transformaciones, reciben el nombre de transformaciones de Lorentz.

Los métodos inventivos de la teoría de la relatividad especial están caracterizados por la siguiente proposición (teorema): solo son admisibles aquellas ecuaciones que expresan leyes de la naturaleza con cuya forma no se altera, al cambiar las coordenadas, usando una transformación de Lorentz (covariancia de las ecuaciones frente a transformaciones de Lorentz).

Con este método se descubrió la relación indispensable entre impulso y energía, entre electricidad y campo magnético, entre las fuerzas electrostáticas y electrodinámicas, entre portadores de masa y energía, y como consecuencia se redujeron el número de conceptos independientes y de ecuaciones fundamentales de la física.

Este método aún nos podía llevar más lejos si formulábamos la siguiente pregunta: ¿es cierto que las ecuaciones que expresan las leyes de la naturaleza solo son covariantes frente a transformaciones de Lorentz, pero no frente a otras transformaciones?

Pues bien, esta pregunta así formulada no tiene sentido, puesto que todo sistema de ecuaciones puede ser expresada en coordenadas generalizadas. (Generales como universales). Hay que preguntar: ¿las leyes de la naturaleza no están hechas de tal manera que por la elección de unas coordenadas cualesquiera no experimenten una significación apreciable?

Dicho sea de paso, nuestra Ley experimental de la igualdad entre la masa inercial y masa pesante está próxima a contestar la pregunta anterior afirmativamente. Si convertimos en principio la equivalencia de todos los sistemas de coordenadas para las leyes de la naturaleza, llegamos a la teoría de la relatividad general; si nos atenemos a la ley de la constancia de la luz como por ejemplo la hipótesis del significado objetivo de la métrica euclídea, al menos, para partes infinitesimales del espacio tetradimensional.

Esto significa que para regiones finitas del espacio (físicamente razonable) la existencia de la métrica generalizada de Riemann se presupone según la fórmula:

$$ds^2 = \sum_{\mu\nu} g\mu v dx^\mu dx^\nu$$

donde el sumatorio se ha de realizar desde 11 hasta 44 para todas las combinaciones de índices posibles.

La estructura de este espacio se diferencia del espacio euclídeo principalmente por una causa. Por de pronto los coeficientes son funciones arbitrarias de las coordenadas x_1 a x_4 y la estructura del espacio no está determinada hasta que no sea conocida esta función $g\mu v$. También se puede decir que la estructura de un espacio tal está, por sí mismo, completamente indeterminado. Queda más determinado cuando se indican leyes a las que les basta el campo métrico de $g\mu v$. Con esto perduró, basado en motivos físicos, el convencimiento de que el campo métrico coincidía con el campo gravitatorio.

Debido a que el campo gravitatorio queda determinado por la configuración de masas y varía al variar dicha configuración, la estructura geométrica de este espacio depende también de factores físicos. El espacio ya no es pues, según esta teoría —exactamente como lo había presentido Riemann— absoluto, si no que su estructura depende de influencias físicas. La geometría (física) no es una ciencia encerrada en sí misma, más que la geometría de Euclides.

El problema de la gravitación quedó reducido a un problema matemático de la siguiente manera: se han de buscar las ecuaciones más simples posibles, que sean covariantes frente a

transformaciones arbitrarias de coordenadas. Este es un problema ciertamente delimitado, que al menos pudo ser resuelto.

No quiero hablar aquí de la confirmación de la teoría por la experiencia, si no exponer inmediatamente por qué esta teoría no se podía dar definitivamente por satisfecha con este éxito. Es verdad, que la gravitación se había relacionado con la estructura del espacio, pero aparte del campo gravitacional existe el campo electromagnético. En primer lugar, este último tuvo que ser introducido en la teoría con independencia de la gravitación. En las ecuaciones del campo se tuvieron que añadir miembros adicionales, que correspondieran al campo electromagnético. Pero para el espíritu teórico era insoportable que existieran dos estructuras independientes entre sí del espacio, a saber, la métrico-gravitacional y la electromagnética. Uno se siente impulsado al convencimiento de que las dos clases de campos tienen que corresponder a una estructura homogénea del espacio.

Johannes Kepler

En una época tan revuelta, tan llena de preocupaciones como la nuestra, en la que es difícil tener esperanzas respecto a los hombres y al desarrollo de la humanidad, es reconfortante recordar a un hombre tan extraordinario y sereno. Vivió en una época en la que el establecimiento de unas leyes generales de la naturaleza no era seguro. Qué grande debió ser su fe en que esas leyes existían para obtener la fuerza necesaria para sacrificar tantos años de paciente trabajo solitario. Sin apoyo de nadie, con la comprensión de pocos, se dedicó a investigar empíricamente los movimientos planetarios, y a buscar regularidades matemáticas en ellos. Si queremos honrar su memoria con la dignidad que

merece, tenemos que plantearnos su problema y las etapas de su resolución lo más explícitamente posible.

Copérnico había abierto los ojos a los más capacitados. Les hizo ver que la manera más fácil de entender el movimiento aparente de los planetas, era interpretarlo como circulación en torno del Sol, considerado inmóvil. Si el movimiento de un planeta hubiera sido simétrico a lo largo de un círculo alrededor del Sol, habría resultado relativamente sencillo descubrir qué apariencia tendría tal movimiento visto desde la Tierra. Pero como había aspectos mucho más complicados, el cometido encontraba trabas. Primero había que determinar los movimientos empíricamente, a partir de las observaciones planetarias de Tycho Brahe. Solo hecho esto podía pensarse en encontrar las leyes generales que los ordenaban.

Para comprender lo difícil que era determinar los movimientos de la Vía Láctea, hay que tener claro lo siguiente: nunca se ve la posición verdadera que ocupa un planeta en un momento determinado. Solo se ve la dirección en que puede ser visto desde la Tierra en aquel instante. Pero al mismo tiempo dicho planeta está describiendo un movimiento de naturaleza desconocida alrededor del Sol. Las dificultades en aquel momento parecían insuperables.

Kepler tenía que encontrar un camino para poner orden en este caos. Primero reconoció que lo que había que intentar primero era determinar el movimiento de la propia Tierra. Hubiera sido imposible si solo hubieran existido la Tierra, el Sol y las estrellas fijas, pero no otros planetas. Pues empíricamente solo podría averiguarse cómo cambia la dirección de la recta que une la Tierra con el Sol a lo largo del año (movimiento aparente del Sol con respecto a las estrellas fijas). Esto implicaría la posibilidad de pensar que estas direcciones ocupaban una región también fija con respecto a las estrellas fijas. Al menos según lo revelaban las observaciones de aquella época, realizadas sin telescopios. Lo

mismo era tratar de averiguar la rotación alrededor del Sol de la línea que une el Sol con la Tierra. Resultó que la velocidad angular de este último movimiento variaba regularmente a lo largo del año. Esto no ayudaba gran cosa, pues aún no se sabía cómo variaba la distancia Tierra-Sol a lo largo del año. Solo cuando se supo esta se pudo entender la forma de la órbita de la Tierra, así como la manera en que la Tierra la recorría.

Kepler encontró una salida maravillosa a este dilema. De las observaciones del Sol se desprendía en primer lugar que su movimiento aparente en relación con las estrellas fijas era más o menos rápido según la época del año. Pero que la velocidad angular de este movimiento era siempre la misma en la misma época del año astronómico. Por consiguiente, la velocidad de rotación de la recta que une al Sol con la Tierra era la misma cuando señalaba a una determinada región de las estrellas fijas. O sea: se podía conjeturar que la órbita de la Tierra era cerrada, y que la Tierra la recorría cada año de la misma manera. Esto no era de ninguna manera evidente *a priori*. Para los seguidores del sistema copernicano ello se podía afirmar con toda seguridad de las demás órbitas.

Lo cual era sin lugar a dudas una facilidad. ¿Pero cómo determinar ahora la verdadera forma de la órbita? Pensemos que en alguna región de la órbita se encuentra una linterna luminosa M, de la que supiéramos que su posición permanece fija, por lo que se convierte en un punto de triángulo fijo para la determinación de la órbita de la Tierra y además visible para los habitantes de la Tierra en cualquier época del año. Esta linterna M está más alejada del Sol que de la Tierra. Con la ayuda de una linterna de este tipo se determinó la órbita de la Tierra como sigue:

Para empezar: en cada año hay un instante de tiempo en el que la Tierra T está precisamente encima de la línea que une al Sol S con la linterna M. Si en este instante de tiempo vemos la

linterna M, entonces esta dirección es la misma que la dirección de la línea SM (Sol-linterna). Imaginamos que esta última está marcada en una zona del cielo. Ahora imaginamos a la Tierra en otra posición y en otro instante de tiempo. Y como desde la Tierra podemos ver tanto al Sol como a la linterna, el ángulo de T en el triángulo STM sería conocido. Pero como también se podría establecer la dirección ST por observación directa del Sol, y antes se había determinado para siempre la dirección SM, también conocemos el ángulo S del triángulo STM. Estamos ahora en condiciones de construir el triangulo STM en un papel, a partir de una elección arbitraria de SM. Esta construcción se podría repetir a lo largo del año, y cada vez obtendríamos una posición de T con la correspondiente fecha y para una línea SM, que una vez elegida se mantiene fija. Con esto estaría empíricamente determinada toda la órbita de la Tierra.

Pero, diréis vosotros, ¿de dónde sacó Kepler su linterna? Se la proporcionó su genio, y la naturaleza (en este caso condescendiente). Pues existía el planeta Marte. Y se sabía la duración del año en Marte, es decir, una vuelta de Marte alrededor del Sol. Hay un momento en que la Tierra, el Sol y Marte están alineados. Esta posición de Marte se repite cada vez al cabo de uno, dos, tres, etcétera, años marcianos. Años marcianos, ya que la órbita de Marte es también cerrada. En estos instantes de tiempos conocidos, SM forma cada vez la misma línea, mientras que la Tierra está cada vez en una posición diferente de su órbita. Las observaciones del Sol y de Marte, en los instantes de tiempo que de esta manera han sido privilegiados, forman un medio para determinar la verdadera órbita de la Tierra, en el que aquellas posiciones de Marte juegan el papel de la linterna fingida, explicado más arriba. De esta manera descubrió Kepler la forma de la órbita de la Tierra y la manera como la recorría. Nosotros, los hombres que hemos

nacido más tarde, europeos, alemanes y suavos, debemos apreciarlo y admirarlo por todo esto.

Una vez determinada empíricamente la órbita de la Tierra se conocía la verdadera magnitud y dirección de la línea S para cada instante, y en principio Kepler ya no debía tener grandes dificultades para obtener las órbitas de los restantes planetas a partir de las observaciones planetarias. Pero, dado el desarrollo de las matemáticas en aquel tiempo, este trabajo era una tarea inmensa.

Entonces se planteaba ante Kepler la segunda parte del problema o trabajo, no por ello más fácil. Ya se conocían empíricamente las órbitas, pero basándose en los resultados empíricos había que descubrir las leyes que las regían. Primero había que establecer una suposición acerca de la naturaleza matemática de las órbitas, y luego comprobarla utilizando para ello una inmensa cantidad de datos. En caso de no concordar, había que buscar otra hipótesis y volver a comprobarla. Tras una larga búsqueda pudo por fin verificar una hipótesis: la órbita es una elipse y el Sol ocupa uno de sus focos. También encontró la ley según la cual variaba la velocidad a lo largo del recorrido: en intervalos de tiempo iguales la línea Tierra-Sol barre superficies iguales. También descubrió que los cuadrados del período de revolución eran proporcionales a las terceras potencias de los ejes mayores de las elipses.

La admiración por este hombre está asociada al sentimiento de admiración y respeto por la enigmática armonía de la naturaleza en la que hemos nacido. Ya en la antigüedad los hombres imaginaban las regularidades más simples. Entre estas estaban en primer lugar, junto a la recta y el círculo, la elipse y la hipérbole. Estas últimas formas las vemos realizadas en las órbitas de los cuerpos celestes —al menos con gran aproximación—.

Parecería que la razón humana debe construir en primer lugar las formas, antes de poderlas comprobar en las cosas. En la obra de Kepler se pone de manifiesto, con gran claridad, que el saber

no puede surgir de la mera experimentación, sino que solo surge de la comparación entre lo ideado y lo observado.

La mecánica de Newton y su influencia en el desarrollo de la física teórica

En estos días se cumplen doscientos años de la muerte de Newton. Se hace necesario reflexionar sobre este genio que ha mostrado con tanta claridad al pensamiento occidental y a la investigación el camino a seguir. No solo era un inventor genial, sino que también dominaba de una manera extraordinaria el material empírico conocido en su época, y además era increíblemente creativo en lo que a demostraciones matemáticas y físicas se refiere. Por todos estos motivos se hace merecedor de nuestro mayor respeto. Por esto Newton sobrepasa la imagen que tenemos de él, la de un maestro, más aún si tenemos en cuenta que el destino le situó en un momento crítico del desarrollo intelectual. Para comprenderlo mejor tenemos que considerar que antes de Newton no existía ningún sistema cerrado de causalidad física, mediante el cual se pudieran reproducir las características del mundo experimental.

Es cierto que los grandes materialistas de la antigua Grecia habían alentado la creencia de que todos los sucesos materiales se debían atribuir al movimiento estrictamente regulado de los átomos, sin que con ello la voluntad de los seres vivos apareciera como un hecho independiente. También es cierto que Descartes había recogido, a su manera, dicho objetivo. Pero esto quedó en un deseo denodado, en el ideal problemático de una escuela filosófica. Antes de Newton apenas existían resultados auténticos,

que sustentaran la confianza en la existencia de una causalidad física ininterrumpida.

La meta de Newton era contestar a la pregunta: ¿existe una regla sencilla mediante la cual poder calcular íntegramente el movimiento de los cuerpos celestes de nuestro sistema planetario, si conocemos el movimiento de todos ellos en un instante determinado? Las leyes empíricas de Kepler, determinadas en base a las observaciones Tycho Brahe estaban a la vista y reclamaban una interpretación. Hoy día todo el mundo sabe el trabajo que significó encontrar tales leyes a partir de las órbitas determinadas empíricamente. Pero pocos reflexionan sobre el método genial que usó Kepler para determinar las órbitas verdaderas a partir de las aparentes, esto es, a partir de las direcciones observadas desde la Tierra. Estas leyes daban respuesta a la pregunta de cómo se movían los planetas alrededor del Sol: forma elíptica de las órbitas, igualdad en las áreas barridas por los rayos vectores en tiempos iguales, proporcionalidad entre los semiejes mayores y los períodos de revolución. Pero estas reglas no solucionan el problema de la causalidad. Son tres reglas lógicas e independientes que no pueden ser relacionadas. La tercera ley no puede ser transferida sin más a otro cuerpo central que no sea el Sol (por ejemplo: no existe ninguna proporcionalidad entre el período de revolución de un planeta alrededor del Sol y el período de revolución de la Luna alrededor de su planeta). Pero lo más importante es que las leyes se refieren al movimiento en su totalidad y no a un estado de movimiento de un sistema que existe como consecuencia de otro anterior. En nuestro lenguaje actual se llaman leyes integrales, y no leyes diferenciales.

Para el físico moderno, las leyes diferenciales son aquellas que por sí solas dan respuesta satisfactoria al problema de la causalidad. La clara concepción de Newton de ley diferencial es una de sus tareas intelectuales más importantes. No solo era necesario el

concepto, sino también el formalismo matemático, que si bien existía en forma rudimentaria, aún tenía que alcanzar una forma sistemática.

Newton también encontró la solución en el cálculo diferencial e integral. Respecto a esto, puede dejarse de lado la discusión de si Leibniz llegó a los mismos métodos matemáticos con independencia de Newton. Sea como fuere su desarrollo fue necesario para Newton para poder expresar sus pensamientos.

Un comienzo significativo en la comprensión de las leyes del movimiento había sido ya realizado por Galileo. Él fue quien encontró las leyes de inercia y de la caída libre en el campo gravitatorio de la Tierra: una masa (más exactamente un punto material) no influida por otras masas se mueve uniformemente y en línea recta. La velocidad vertical de su cuerpo libre crece en el campo gravitatorio proporcionalmente al tiempo. Hoy nos puede parecer que del descubrimiento de Galileo hasta las leyes de Newton solo hay un pequeño paso. Pero debe señalarse que las dos proposiciones expresadas más arriba se refieren al movimiento considerado como un todo, mientras que las leyes del movimiento de Newton dan una respuesta a la pregunta: ¿cómo varía el estado de movimiento de un punto básico sometido a una fuerza exterior en un intervalo de tiempo infinitesimal? Solo cuando se pasó a plantear la pregunta anterior para un tiempo infinitesimalmente pequeño (ley diferencial) pudo Newton formular las leyes válidas para cualquier movimiento. El concepto de fuerza lo tomó de la estática. La relación entre fuerza y aceleración solo pudo establecerla mediante la introducción del nuevo concepto de masa, concepto que curiosamente está apoyado en una definición aparente. En la actualidad estamos tan acostumbrados a la formación de conceptos a partir de cocientes de derivadas que casi no podemos valorar el grado de abstracción necesario para llegar a establecer

la ley general diferencial del movimiento, para lo cual se tenía que descubrir además el concepto de masa.

Con esto, sin embargo, no se había alcanzado una concepción causal del movimiento. Pues las ecuaciones del movimiento solo lo definían cuando la fuerza era conocida. Newton creía, influido por las leyes que regían los movimientos planetarios, que la fuerza que actuaba sobre una masa quedaba determinada por la posición de todas las masas que se encontraban suficientemente cerca de esa masa considerada. Solo cuando se conoció esta conexión, quedó determinada una concepción íntegramente causal del movimiento. La manera en que Newton llegó a resolver este problema —a partir de las leyes del movimiento de los planetas de Kepler— y cómo llegó a descubrir la entidad de las fuerzas que actuaban sobre los astros y el peso, es conocida universalmente. Solo la asociación de:

(ley del movimiento) + (ley de atracción)

configura la extraordinaria idea de que a partir del estado existente en un momento pueden calcularse tanto los estados anteriores como los posteriores, siempre y cuando los sucesos tengan lugar bajo la única acción de la fuerza gravitacional. La armonía lógica del sistema conceptual de Newton consistía en que las únicas responsables de las aceleraciones de las masas de un sistema eran las propias masas.

En base a eso, Newton pudo explicar detalladamente los movimientos de los planetas, lunas y cometas, así como las mareas, el movimiento de precisión de la Tierra, una tarea deductiva de extraordinario valor. Especialmente asombroso tuvo que ser el descubrimiento de que la causa fundamental de los movimientos de

los astros fuera idéntica a nuestra experiencia cotidiana de los cuerpos corrientes.

El valor de la obra de Newton no consistía únicamente en que había proporcionado una útil y duradera base a la mecánica, sino que hasta finales del siglo XIX formó el programa de todos los investigadores de la física teórica. Todos los sucesos físicos tenían que ser atribuidos a las masas sujetas a las leyes de Newton. Únicamente la ley de fuerzas tenía que ser ampliada, con miras a los tipos de sucesos en perspectiva. El mismo Newton intentó aplicar este suceso a la óptica, suponiendo que la luz está constituida por corpúsculos inertes. También la óptica de la teoría ondulatoria se sirvió de las leyes del movimiento de Newton, después de aplicarla a masas en continua expansión. La teoría cinética del calor, que no solo preparaba el camino para el descubrimiento de la ley de conservación de la energía sino que también ofrecía una teoría de los gases y un conocimiento más profundo de la entidad de la segunda ley fundamental de la termodinámica, estaba basada únicamente en las ecuaciones del movimiento de Newton.

También la electricidad y el magnetismo se desarrollaron hasta nuestra época a la sombra de las ideas básicas de Newton. Incluso la revolución de la electrodinámica y de la óptica por Faraday y Maxwell, que significó el primer paso importante en los fundamentos de la física teórica desde Newton, se llevó a cabo bajo las ideas de Newton. Maxwell, Boltzmann y Lord Kelvin no se cansaron de intentar atribuir los intercambios dinámicos a propiedades de masas hipotéticas en continua expansión. Pero debido a la infructuosidad, o al menos, al fracaso de tales esfuerzos, a partir de finales del siglo XIX poco a poco fueron alterándose los puntos de vista intuitivos. La física teórica se levantó por encima del marco newtoniano, que había guiado a la ciencia durante casi doscientos años.

Los principios básicos de Newton eran desde el punto de vista lógico tan satisfactorios, que el estímulo para llevar a cabo innovaciones tenía que venir de los hechos experimentales. Antes de entrar en ello, tengo que hacer resaltar que el propio Newton conocía mejor las partes débiles de su teoría que las generaciones que le sucedieron. Ello siempre ha provocado mi más profunda admiración. Por eso me gustaría extenderme un poco más:

1. Pese a que toda la obra de Newton está caracterizada por su adhesión a la experiencia, a la intención de introducir la menor cantidad posible de conceptos que no puedan ser relacionados con hechos de la experiencia, estableció no obstante los conceptos de tiempo y espacio absolutos. En nuestra época esto se le ha reprochado a menudo. Pero Newton es muy consecuente en este punto. Se había dado cuenta de que las magnitudes geométricas observadas y el consiguiente movimiento temporal no quedaban totalmente caracterizadas por su relación física. Esto lo demuestra su famoso experimento del cubo. Por tanto existe algo, aparte de las masas y de las distancias a que se encuentran unas de otras, que es determinante en el acontecimiento. Este «algo» lo interpreta Newton como la relación con el «espacio absoluto». Reconoce que el espacio ha de poseer una especie de realidad física si deben tener sentido sus leyes del movimiento. Una realidad de la misma especie que la que poseen el punto y sus distancias.

Este descubrimiento pone de manifiesto la inteligencia de Newton, pero también la parte débil de su teoría. Pues la estructuración lógica de esta sería más satisfactoria sin este concepto tan vago. Y en sus leyes solo habrá objetos (puntos másicos, distancias) cuyas relaciones con la observación son completamente claras.

2. La introducción inesperada de fuerzas que actúan instantáneamente a distancia para la descripción de las acciones

gravitatorias no concuerda con el carácter de la mayoría de los sucesos que conocemos de nuestras experiencias cotidianas. Esta consideración se la plantea Newton cuando dice que su ley sobre las interacciones entre los pesos no debe ser una última explicación sino una regla inducida de la experiencia.

3. Las enseñanzas de Newton no ofrecían ninguna explicación al curioso hecho de que el peso y la inercia de un cuerpo se determinaran con la misma magnitud (la masa). Pero también la singularidad de este hecho se le había ocurrido.

Ninguno de estos tres puntos tiene categoría de objeción lógica contra la teoría. En cierta manera solo se deben al irresistible deseo que mueve al espíritu científico de alcanzar una comprensión intelectual de los sucesos de la naturaleza.

La teoría de Newton concebida como programa para toda la física teórica recibió su primera sacudida de la teoría de la electricidad de Maxwell. Se demostró que las interacciones entre los cuerpos mediante cuerpos eléctricos o magnéticos no se debían a fuerzas distantes que actuaban instantáneamente, sino a sucesos que se transmitían a través del espacio con una velocidad finita. Junto al punto másico y su movimiento según la concepción de Faraday, nació una nueva clase de objeto real físico: «el campo». Se intentó interpretar este sustentándose en la manera de pensar de la mecánica, como un estado (de movimiento o de fuerzas) mecánico de un medio hipotético (el éter) que llenaba el espacio. Pero como esta interpretación no daba resultado a pesar de todos los esfuerzos que se le dedicaron, se adquirió poco a poco la costumbre de considerar el «campo electromagnético» como el último objeto irreducible de la realidad física.

A Heinrich Hertz debemos la separación del concepto de campo de los accesorios de la mecánica. A H. A. Lorentz debemos que desligara el concepto de campo del de transportador material. Por último como portador del campo solo figuraba el espacio

físico y vacío o éter, que ya en la mecánica de Newton no estaba desprovisto de toda función física. Cuando se había realizado este desarrollo hasta el final, ya nadie creía en acciones inmediatas a distancia de las fuerzas, ni tan solo de la gravitación, a pesar de que una teoría de campo de esta última aún no se había trazado con suficiente determinación. El desarrollo de la teoría del campo electromagnético indujo —tras el abandono de la hipótesis de las fuerzas actuantes a distancia de Newton— a intentar explicar las leyes del movimiento de este a través del electromagnetismo, es decir, sustituirlas por unas leyes más exactas basadas en la teoría de campos. A pesar de que estos esfuerzos no tuvieron éxito, los principios básicos de la mecánica ya no siguieron siendo considerados como los fundamentos de la física.

La teoría de Maxwell-Lorentz llevó necesariamente a la teoría de la relatividad restringida, que al destruir el concepto de la simultaneidad absoluta, negaba la existencia de fuerzas que actuaran instantáneamente a distancia. Esta teoría demostraba que la masa no era una magnitud invariable, sino que dependía de la energía. También probaba esta teoría que las leyes del movimiento de Newton solo eran válidas para determinadas velocidades, es decir, para velocidades pequeñas. En su lugar establecía una nueva ley del movimiento en la que la velocidad de la luz en el vacío aparecía como velocidad límite.

El último paso en el desarrollo del programa de la teoría de campos estaba formado por la teoría de la relatividad general. Cuantitativamente, modificaba en muy poco la teoría newtoniana. Pero en cambio cualitativamente la modificaba profundamente. La inercia, gravitación y comportamiento métrico de los cuerpos y relojes se reducían a cualidades del campo. Este campo a su vez dependía de los cuerpos (generalización de la ley de gravitación de Newton, por ejemplo, de la ley de campo que de dicha ley se desprendía según lo formulado por Poisson). Con esto no se había

despojado al espacio y al tiempo de su realidad, pero sí de su entidad absoluta causal (influyente pero no influida), que les tuvo que adscribir Newton para poder dar significado a las leyes que se conocían en aquel tiempo. La ley generalizada de la inercia asume el papel de las leyes del movimiento de Newton. En esta corta exposición se hace patente cómo pasaron los elementos de la teoría newtoniana a la teoría generalizada de la relatividad, con lo que se superaron tres insuficiencias. Parece ser que en el marco de la teoría de la relatividad general se pueden deducir las leyes del movimiento, a partir de las leyes del campo que corresponden a la ley de fuerzas de Newton. Solo cuando se haya relacionado este propósito se podrá hablar de una teoría de campos pura.

Incluso en un sentido más formalista, la mecánica de Newton ha preparado el camino a la teoría de campos. La ampliación de la mecánica de Newton a las masas en continua expansión condujo necesariamente a las ecuaciones diferenciales parciales. Estas a su vez ofrecieron el lenguaje para las leyes de la teoría de campos. En este aspecto formal, la concepción de Newton de ley diferencial supuso el primer paso decisivo del subsiguiente desarrollo.

Todo el desarrollo de nuestras ideas sobre los sucesos de la naturaleza que hasta ahora se tenían en cuenta podría ser concebido como una evolución orgánica del pensamiento de Newton. Pero durante el desarrollo científico de la teoría de campos la radiación térmica, los espectros y la radioactividad revelaron el límite del sistema teórico de Newton; límite que aún hoy nos parece en algunas partes poco menos que insuperable. Muchos físicos y no sin argumentos de peso, opinaban que la radiación térmica, los espectros y la radioactividad, etcétera, no solo no cumplían las exigencias de la ley diferencial sino que tampoco las de la ley de causalidad —hasta ahora el último postulado fundamental de todas las ciencias de la naturaleza—. Incluso se niega la posibilidad de una construcción espacio-temporal que pudiera ser

agregada unívocamente a los sucesos físicos. El que un sistema mecánico con solo valores discretos de energía pueda ser deducido de una teoría de campos —como, por decirlo así, enseña directamente la experiencia— apenas parece posible actualmente. El método de Schrödinger y de Broglie, que en cierta manera posee las características de una teoría de campo, ciertamente deduce, en concordancia asombrosa con los hechos de la experiencia, la existencia exclusiva de estados discretos, basándose en ecuaciones diferenciales de una especie de observación de la resonancia; pero el método tiene que renunciar a una localización de las partículas y a las leyes fuertemente causales. ¿Quién sería tan osado como para decidir que han de abandonarse definitivamente las leyes de causalidad y de diferenciación, últimas premisas de la observación de la naturaleza newtoniana?

El barco de Flettner

La historia de los descubrimientos científicos y técnicos nos enseña que los hombres son pobres en pensamientos independientes y en fantasía creadora. Aun cuando existan desde hace mucho tiempo las condiciones externas y científicas para la formación de una idea, generalmente se necesita un motivo exterior para que se lleve a cabo. Un bonito ejemplo de lo dicho es el actual asombro del mundo entero ante el barco de Flettner. El caso tiene otro encanto especial debido a que el funcionamiento de los rotores de Flettner sigue siendo un misterio para los legos, a pesar de que solo esté basado en efectos mecánicos que todo el mundo cree dominar.

La base científica para el descubrimiento de Flettner tiene en realidad unos doscientos años de antigüedad. Existe desde que

Euler y Bernoulli formularon las leyes elementales para los movimientos sin rozamiento de los fluidos. Pero la posibilidad de llevarlo a la práctica solo existe desde hace pocas décadas, cuando se empezaron a construir motores pequeños. Incluso entonces no se realizó el descubrimiento. Llegó solo después de que ocurrieran una serie de casualidades de la experiencia.

El funcionamiento del barco de Flettner está emparentado con el del velero. Pues al igual que en el caso del velero solo utiliza el viento como fuerza motriz. En este barco, el viento en vez de obrar sobre las velas obra sobre unos cilindros verticales de hojalata, que mantienen su movimiento de rotación gracias a unos pequeños motores. Estos motores solo deben superar el rozamiento de los cilindros. Los cuales se parecen a las chimeneas de los vapores, pero son dos veces más altos y más gruesos. La superficie que ofrecen al viento es unas diez veces menor que la jarcia de un velero de igual potencia.

El lego pregunta desesperadamente: «¿Cómo pueden llegar a conseguir los cilindros un movimiento de rotación?». Intentaré contestar a esta pregunta sin hacer uso de las matemáticas.

En todos los movimientos de fluidos (líquidos y gases) en que se puedan dejar de lado los efectos del rozamiento es válida la siguiente ley: Si un fluido uniforme tiene en diferentes sitios diferentes velocidades, entonces la mayor presión se ejerce en los sitios de menor velocidad y viceversa. Esto es fácil de comprender a partir de la ley elemental del movimiento. Si en el movimiento de un fluido existe una velocidad que crece de izquierda a derecha, cada partícula del fluido experimenta una aceleración al moverse de izquierda a derecha. Para que se origine dicha aceleración es necesario que sobre la partícula obre una fuerza que vaya de derecha a izquierda. Esto implica que la presión existente en el límite izquierdo de la partícula será mayor que la presión existente a la derecha.

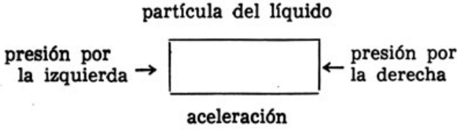


Fig. 1

De esto se desprende que la presión sobre el fluido es mayor a la izquierda que a la derecha.

Esta ley de proporcionalidad inversa entre la presión y la velocidad permite estimar la presión ejercida por el movimiento de un gas o de un líquido cuando conozcamos la distribución de velocidades en el fluido. Antes de todo quiero explicar un sencillo ejemplo, conocido por todos: el pulverizador de perfume.

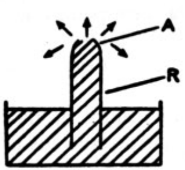


Fig. 2

El aire, comprimido al apretar un globo, se expulsa a gran velocidad por un tubo ensanchado, situado en A. El aire se expande en todas direcciones con velocidad decreciente. Según nuestra ley, en A hay una presión menor debido a la gran velocidad que hay en un punto alejado de la abertura. Por consiguiente si tenemos un tubo T y colocamos su abertura superior en un sitio de gran

velocidad, mientras que colocamos la abertura inferior en un recipiente que contiene cualquier fluido, la presión inferior que existe en A aspirará el líquido hacia arriba, el cual se convertirá en pequeñas gotas al salir de A.

Tras este ejemplo a modo de introducción, consideremos el movimiento de un fluido en un cilindro de Flettner, C, visto desde arriba. De momento está en reposo. El viento sopla en la dirección dada por las flechas. Al llegar al cilindro C,

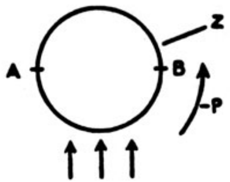


Fig. 3

ha de hacer un rodeo en el que pasa por los puntos A y B a igual velocidad. Por lo tanto en los puntos A y B la presión es la misma; el viento no ejerce ninguna fuerza sobre el cilindro. Pero supongamos ahora que el cilindro está en rotación, en el sentido según la flecha F. Con esto se consigue que el flujo de viento se distribuya desigualmente a ambos lados del cilindro. Pues el movimiento de rotación del cilindro favorece la parte del flujo inicial de viento que pasa por B, mientras que amortigua al que pasa por A. Se forma un movimiento que posee una mayor velocidad en B que en A. Por lo tanto, la presión es mayor en A que en B y el cilindro experimenta una fuerza de izquierda a derecha que es utilizada para impulsar el barco.

Se podría pensar que una persona ingeniosa habría llegado a esta idea por sí misma, esto es, sin ayuda de motivos externos. Pero en la realidad el desarrollo ha sido el siguiente: en los tiros de balas de cañones se ha observado, también con el viento en calma, la aparición de considerables e irregulares desviaciones laterales de la trayectoria. Este extraordinario hecho tenía que estar relacionado necesariamente con la rotación de las balas, pues no había ningún motivo para pensar que la resistencia del aire fuese asimétrica. La explicación correcta de este fenómeno la encontró el físico berlinés Magnus hacia mediados del siglo pasado. Es la misma que la que acabamos de dar para el cilindro de Flettner sometido a la fuerza del viento. Solo que en este caso, en vez del cilindro C se trata de una bala y en vez del viento, el movimiento relativo del aire respecto a la bala. Magnus demostró su explicación haciendo uso de un cilindro rotatorio que no se diferencia mucho del cilindro de Flettner. Algo después el gran físico inglés Lord Raleigh volvió a descubrir, independientemente, el mismo fenómeno para las pelotas de tenis, dando la explicación correcta. En los últimos años, el conocido profesor Prandtl realizó estudios experimentales y teóricos sobre el movimiento de fluidos en un cilindro Magnus, en los que prácticamente proyectaba lo que luego fue construido por Flettner. Flettner vio los estudios de Prandtl y fue entonces cuando pensó en aplicarlos a un barco en sustitución a las velas. A lo mejor, ¡si no fuera por él nadie hubiera caído en la cuenta!

La causa de la formación de meandros en los ríos y la ley de Baer

Es un hecho sabido que los ríos tienen tendencia a formar líneas sinuosas en vez de seguir la mayor pendiente de la región. Los geógrafos también saben que los ríos del hemisferio norte tienden a desplazarse principalmente hacia el lado derecho. Los ríos del hemisferio sur se comportan a la inversa (ley de Baer). Existen numerosos intentos de explicar este fenómeno y no estoy seguro de que haya algo nuevo para el especialista en lo que voy a explicar; de todas maneras hay partes que son conocidas. Pero como no he encontrado a nadie que supiera todas las derivaciones, creo que es correcto exponerlas brevemente.

En primer lugar, está claro que la erosión será tanto mayor cuando mayor sea la velocidad de la corriente en la orilla correspondiente, es decir, cuando mayor sea la disminución de la velocidad de la corriente hasta llegar a valer cero en la orilla. Esto es válido con independencia de que la erosión se deba a efectos mecánicos o a factores físico-químicos (disolución de componentes del suelo). Por lo tanto, tenemos que centrar nuestra atención en las circunstancias que influyen sobre la rapidez con que disminuye la velocidad de la corriente en la orilla.

En ambos casos, la asimetría en la disminución de la velocidad se debe indirectamente a la formación de un fenómeno de tipo circulatorio que vamos a examinar en las siguientes líneas.

Empezaré con un pequeño experimento que todo el mundo puede repetir con facilidad: tomar una taza llena de té con el fondo plano. En el fondo hay algunas hojas de té, que se encuentran ahí por ser más pesadas que el líquido. Si damos vueltas con una cuchara, se establecerá un movimiento de rotación y las hojas de té se reunirán en el centro del fondo de la taza. La causa de este fenómeno es el siguiente: al mover el líquido, actúa una fuerza

centrífuga sobre él. Esta fuerza no ocasionaría ninguna modificación en la corriente del fluido si este girara como un cuerpo rígido. Pero cerca de la pared el fluido es frenado por el roce, por lo que esta parte de él adquiere una velocidad angular diferente que la del resto, situado más al centro. En particular se reduce la velocidad angular, y por consiguiente la fuerza centrífuga también, cerca del fondo. Por tanto, la fuerza centrífuga es menor en el fondo de la taza y esto originará una circulación del líquido del tipo dibujado en la figura 1. Ella crece hasta entrar en contacto con el fondo, donde es frenada por el roce. Las hojas de té son llevadas al centro de la taza por el movimiento de circulación y prueban la existencia de dicha circulación.



Fig. 1

De manera análoga sucede en un río que forma un recodo. En todas las secciones del río se origina una fuerza centrífuga, dirigida hacia la parte exterior de la curvatura (de A a B).

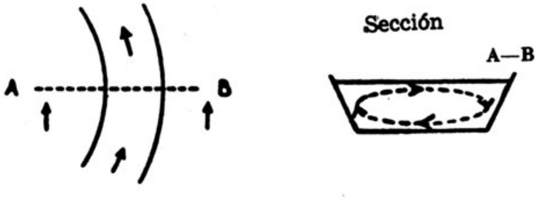


Fig. 2

Pero esta fuerza centrífuga es menor en la vecindad del suelo, donde la velocidad del agua es menor a causa del roce. Esto ocasiona la formación de una circulación del tipo dibujado en la figura 2, bajo la influencia, aunque débil, de la rotación de la Tierra. Esta ejerce una fuerza de Coriolis en dirección transversal a la de la corriente, cuya componente horizontal vale para cada unidad de masa del líquido, donde v es la velocidad de la corriente del líquido, la velocidad de rotación de la Tierra, y la latitud geográfica. Debido a que el roce del suelo también reduce esta fuerza, esta también origina un movimiento de circulación del tipo representado en la figura 2.

Tras esta reflexión introductoria, volvamos a la distribución de la velocidad en la sección del río, que es la que regula la erosión. Para esto tenemos que imaginarnos cómo se origina y mantiene la (turbulenta) distribución de velocidades en un río. Si el agua de un río fuera puesta en movimiento repentinamente por la introducción de un impulso de fuerza uniformemente distribuido, la distribución de velocidades en la sección sería al principio proporcional. Solo poco a poco se iría formando una distribución de velocidades que crecería desde las cercanías de las orillas hacia el interior, debido al rozamiento con las paredes del lecho del río. Una perturbación (en el medio más o menos) de la distribución estacionaria de velocidades solo se volvería a restablecer lentamente bajo la influencia del roce.

La hidrodinámica simboliza el restablecimiento de la anterior distribución estacionaria de velocidades, de la manera siguiente: en una distribución de velocidades sistemática (potencial del flujo) todos los remolinos están concentrados en las paredes del lecho. Se despegan de las orillas y se dirigen lentamente hacia la parte media de la sección del líquido, distribuyéndose en una capa

de grosor creciente. Con ello disminuye la caída de velocidad en las cercanías de las paredes del lecho. El rozamiento interno del líquido absorbe poco a poco los remolinos, los cuales son reemplazados por los nuevos que se han formado en la orilla. De esta manera se establece una distribución cuasiestacionaria de velocidades. El proceso para llegar a la distribución estacionaria de velocidades es lento. En esto descansa el que causas relativamente insignificantes sean capaces de influir notablemente sobre la distribución de velocidades en la sección. Pensemos ahora en la influencia que puede ejercer en la distribución de velocidades el movimiento de circulación representado en la figura 2, independientemente de si está originado por un recodo del río o por la fuerza de Coriolis. Las partículas más rápidas del líquido serán aquellas que estén más alejadas de las paredes del lecho, es decir, las que se encuentran en la parte superior por encima del centro del fondo. Estas partículas del líquido son empujadas por el movimiento de circulación hacia la pared derecha, mientras que la pared izquierda recibe las partículas procedentes de las cercanías del fondo y que por tanto son las que poseen menor velocidad. Por consiguiente la erosión ha de ser mayor en el lado derecho que en el izquierdo (en el caso de la figura 2). Hay que hacer notar que esta explicación se basa en el hecho de que el movimiento de circulación lento del líquido influye considerablemente en la distribución de velocidades, debido a que la igualación de las velocidades por el roce interno es también un fenómeno lento.

Con esto hemos explicado las causas de la formación de los meandros. De todas maneras se pueden sacar fácilmente algunas consecuencias. La erosión no solo será mayor en la pared derecha sino que lo será también en la parte derecha del fondo, con lo que el perfil tenderá a adoptar la forma representada en la figura 3.



Fig. 3

Por otra parte, el agua llega a la superficie por la parte izquierda más cercana a la pared, por lo tanto en la parte izquierda el agua se mueve más lentamente en la superficie que a mayor profundidad. Esto se ha comprobado. También es cierto que el movimiento de circulación posee inercia. Por consiguiente la circulación alcanzará su máximo valor después del punto de mayor curvatura, al igual que la asimetría en la erosión. Con lo cual, en el transcurso de la erosión, habrá un adelanto de la ondulación en la formación de los meandros, en el sentido de la corriente. Finalmente, el movimiento de circulación será más lento cuanto mayor sea la sección transversal del río, y por tanto cuanto mayor roce haya; por lo cual la ondulación en la formación de meandros crecerá cuando aumente la sección transversal del río.

La influencia de Maxwell en el desarrollo de la concepción de lo físico-real

La creencia en un mundo exterior independiente de los objetos percibidos está en la base de todas las ciencias de la naturaleza. Debido a que las percepciones sensoriales solo dan una información indirecta de este mundo exterior, por ejemplo, de lo físico-real, este solo puede ser comprendido por nosotros a través del camino especulativo. De esto se desprende que nuestra

interpretación de lo físico-real nunca será definitiva. Tenemos que estar siempre dispuestos a modificar esta interpretación, esto es, el fundamento axiomático de la física, para justificar de una manera lógica, lo más completa posible, los fenómenos de la percepción. De hecho, una visión del desarrollo de la física muestra que este fundamento axiomático ha experimentado profundos cambios a lo largo del tiempo.

La alteración más importante del fundamento axiomático de la física, es decir, de nuestra interpretación de la estructura de lo real, desde la fundación por Newton de la física teórica, ha sido provocada por las investigaciones de Maxwell y Faraday sobre los fenómenos electromagnéticos. Vamos a intentar recordar con mayor exactitud toda esta evolución.

Según el sistema de Newton, lo físico-real está determinado por los conceptos siguientes: espacio, tiempo, punto material y fuerza (equivalente a interacciones entre los puntos materiales). Los sucesos físicos se han de interpretar a partir de los movimientos de los puntos materiales en el espacio. El punto material es el único representante de lo real, en tanto este es variable. El concepto de punto material lo originaron seguramente los cuerpos perceptibles; se pensaba en un punto material como algo análogo a los cuerpos móviles, suprimiendo a estos las características de dimensión, forma, orientación espacial, y las cualidades «interiores», manteniendo la inercia y la traslación y añadiendo el concepto de fuerza. Los cuerpos materiales que psicológicamente produjeron la formación del concepto de «punto material», tenían que ser ahora concebidos como un sistema de puntos materiales. Hay que hacer notar que la entidad de este sistema es atómica y mecánica. Según la ley de movimiento de Newton, todos los sucesos se tenían que entender mecánicamente, esto es, como movimientos de los puntos materiales.

El punto menos satisfactorio de esta teoría es fundamentalmente —aparte de las dificultades que origina el concepto del «espacio absoluto»— la teoría de la luz. Newton creía que la luz estaba compuesta por puntos materiales. Ya entonces se debían preguntar los científicos qué ocurre a la luz, constituida por puntos materiales, cuando es absorbida. Tampoco es satisfactoria la introducción de puntos materiales de diferente clase como lo exigía la descripción de la materia ponderable y de la luz. A estas dos clases aún se añadió una tercera con propiedades totalmente diferentes: los corpúsculos eléctricos. Una debilidad del fundamento consistía en que se tenían que admitir hipotética y arbitrariamente las fuerzas originadas por las interacciones que determinaban los sucesos. Pero a pesar de todo, esta interpretación de lo real consiguió grandes logros. ¿Cómo se llegó a tener la impresión de que había que abandonarla?

Para poder formular matemáticamente su sistema, Newton tuvo que encontrar el concepto de cociente de derivadas y expresar las leyes del movimiento en forma de ecuaciones diferenciales —quizás el paso intelectual más grande dado jamás por un hombre—. Para ello no era necesario usar ecuaciones en derivadas parciales; Newton nunca hizo un uso metódico de estas. Pero eran necesarias para la formulación de la mecánica de los cuerpos deformables; esto está relacionado con el hecho de que, en principio, en estos problemas no interviene la manera como están construidos los cuerpos a partir de los puntos materiales.

De esta manera, las ecuaciones en derivadas parciales entraron en la física como servidoras, pero poco a poco se han ido convirtiendo en dominadoras. Esto empezó en el siglo XIX, al imponerse la teoría ondulatoria debido a las observaciones experimentales. La luz en el espacio vacío era concebida como un fenómeno ondulatorio del éter y por lo tanto tenía que parecer inútil volver a considerar al éter como un conglomerado de puntos

materiales. Aquí aparecieron por primera vez las ecuaciones en derivadas parciales como la expresión natural de la física elemental. Por consiguiente, el campo continuo se erigía en representante, junto al punto material, de lo físico-real. Esta dualidad no ha desaparecido hasta ahora, por muy molesta que sea para toda persona sistemática.

La idea de lo físico-real había dejado de ser únicamente atómica para convertirse en puramente mecánica. Se seguía intentando interpretar todos los sucesos como movimientos de la masa inercial. Era inconcebible otra clase de interpretación. Fue entonces cuando se realizó el gran cambio que quedará ligado para siempre a los nombres de Faraday, Maxwell y Hertz. La parte más importante de esta revolución la llevó a cabo Maxwell. Demostró que todo lo que entonces se conocía sobre la luz y los fenómenos electromagnéticos se podía descubrir mediante su conocido doble sistema de ecuaciones en derivadas parciales, en el que el campo magnético y el eléctrico son las variables dependientes. Maxwell intentó fundamentar estas ecuaciones en la mecánica.

Pero esto le resultó imposible y así parecía que las propias ecuaciones eran lo esencial y que las intensidades de campo que aparecían en las ecuaciones eran entes elementales irreductibles. Hacia finales del siglo esto ya era admitido por casi todo el mundo y los científicos serios habían abandonado los intentos de basar las ecuaciones de Maxwell en la mecánica. Pronto se intentó hacer al revés, es decir, explicar los puntos materiales y su inercia con ayuda de la teoría de campo de Maxwell. Tampoco en este caso los esfuerzos se vieron recompensados con el éxito.

Si dejamos aparte los resultados que ha traído consigo el trabajo de Maxwell y nos concentramos en la modificación que ha introducido en la interpretación de lo físico-real, podemos decir lo siguiente: con anterioridad a Maxwell se pensaba en lo físico-real —en tanto tenía que explicar los fenómenos de la naturaleza—

como puntos materiales cuyas alteraciones únicamente se deben a movimientos que pueden ser formulados por medio de ecuaciones en derivadas parciales. Después de Maxwell, se pensaba que lo físico-real estaba caracterizado por campos continuos, no explicables mecánicamente, que podían ser formulados mediante ecuaciones en derivadas parciales. Esta modificación en la interpretación de lo real es la más profunda y fructífera que ha experimentado la física desde Newton. Pero también hay que admitir que aún no se ha logrado la completa realización de la idea descriptiva. Los sistemas físicos eficaces formulados desde entonces, ponen de manifiesto los compromisos existentes entre estos dos programas. Llevan el sello de lo provisional e incompleto, debido a su carácter de compromiso, a pesar de que individualmente han realizado grandes adelantos.

Entre dichos sistemas, hay que nombrar en primer lugar la teoría de los electrones de Lorentz, en la que los corpúsculos eléctricos y el campo aparecen como elementos de igual valor en la interpretación de lo real. A continuación vino la teoría de la relatividad restringida y de la relatividad general. Lo cual —a pesar de estar basada en consideraciones de la teoría de campo— no ha podido evitar, hasta ahora, la introducción independiente del punto material y de las ecuaciones diferenciales.

La última creación de la física teórica: la mecánica cuántica, difiere en su fundamento de los dos programas anteriormente citados, que provisoriamente llamaremos de Newton y de Maxwell. Pues las magnitudes que resultan de sus ecuaciones no intentan describir lo físico-real, sino que únicamente intentan expresar la posibilidad de aparición de una determinada realidad física. Dirac, a quien en mi opinión tenemos que agradecer la formulación lógica más completa de esta teoría, indica que, por poner un ejemplo, sería bastante difícil describir teoréticamente al fotón, de tal manera que la descripción contuviera la suficiente

base para saber si un electrón atravesará o no un polarizador colocado oblicuamente en su camino.

No obstante, me inclino por la opinión de que a largo plazo, el físico no se contentará con una descripción indirecta de lo real, ni tampoco en el caso de que dicha teoría se ajuste satisfactoriamente al postulado de la relatividad general. Entonces se tendrá que volver a intentar la realización del llamado programa de Maxwell: descripción de lo físico-real por medio de campos que satisfagan ecuaciones en derivadas parciales sin singularidades.

Sobre la verdad científica

1. No es fácil dar sentido claro a la expresión «verdad científica». El sentido de la palabra «verdad» cambia según se trate de un hecho experimental, de una ley matemática o de la teoría de una ciencia de la naturaleza. Bajo la expresión «verdad religiosa» tampoco puede pensarse nada que sea claro.

2. La investigación científica puede hacer menguar las creencias supersticiosas por medio del pensamiento causal. En la base de todo buen trabajo científico existe un sentimiento religioso relacionado con convicciones de la razón. Por ejemplo, la comprensibilidad del mundo.

3. Mi concepto de Dios está formado por un sentimiento profundo que se vincula con el convencimiento de que una razón se manifiesta en la naturaleza; según la manera de expresarse normalmente se le podría describir como «fantástico» (Spinoza).

4. Las tradiciones confesionales solo puedo considerarlas bajo el punto de vista histórico y psicológico; no tengo ninguna otra relación con ellas.

Para humillación del hombre científico

¿Podemos elegir el descubrimiento de la verdad, o dicho más humildemente comprender el mundo experimentable por medio del pensamiento lógico constructivo, como meta independiente de nuestra vida? ¿O hay que subordinar ese esfuerzo por alcanzar una comprensión razonable a otras metas «prácticas»? El pensamiento puro carece de medios para contestar a esta pregunta. En cambio, la decisión que se tome tiene una influencia considerable en nuestro pensamiento y en nuestras obras. Suponiendo que se tenga un carácter que permita adoptar convicciones inmutables. Déjenme confesar: para mí, la búsqueda del conocimiento es una de esas metas sin las cuales no creo que le sea posible al hombre racional alcanzar una información consciente de su propia existencia.

La esencia de la búsqueda del conocimiento es lograr tanto un dominio lo mayor posible de los fenómenos experimentales, como una sencillez y economía en las hipótesis fundamentales. La compatibilidad definitiva de estas metas es cuestión de fe, dado el estado primitivo en que se encuentra nuestra investigación. Sin esta fe, mi convicción en el valor independiente del conocimiento no sería absoluta.

Esta orientación religiosa, por decirlo así, del hombre científico hacia la verdad, no deja de influir en la personalidad. Pues para el investigador no existe, en principio, ninguna autoridad cuyas decisiones puedan reclamar el derecho a considerarse «verdad», aparte de lo que brinda la naturaleza y de las leyes elaboradas por el pensamiento. Por eso se da la paradoja de que un hombre que dedica sus mejores esfuerzos a lo objetivo, socialmente es considerado un individualista que, al menos en principio, solo se fía de su propio juicio. Incluso se puede sostener la opinión de que el individualismo intelectual y la búsqueda

científica aparecieron juntas en la historia, y desde entonces han sido inseparables.

El hombre científico que hemos caracterizado no es más que una pura abstracción que no encontraremos en la vida real. Algo análogo a lo que sucede con el *homo economicus* de la economía clásica. Pero creo que no existiría nada parecido a la ciencia que hoy poseemos, si no hubiera existido el hombre científico, al menos de forma aproximada en muchos individuos, a lo largo de los siglos.

No considero hombre científico a todo el que emplea instrumentos y métodos «científicos» de manera directa o indirecta, por el hecho de haber aprendido a usarlos. Solo me refiero a aquellos que de verdad poseen una mentalidad científica.

¿Qué situación ocupa el hombre científico en la sociedad? Está orgulloso de haber transformado, al menos indirectamente, la vida económica de los hombres mediante la eliminación del trabajo muscular. Por otro lado, le atormenta que sus logros experimentales hayan traído una amenaza para la humanidad, después que estos frutos de la investigación cayeron en manos de los representantes del poder político. Son conscientes de que las investigaciones sobre los métodos técnicos han conducido a una concentración de poder económico, y por tanto también político, en manos de una minoría, de cuyas manipulaciones depende por completo el destino de la masa de individuos. Aún más: tal concentración del poder económico y político en manos de unos pocos no solo ha traído consigo una dependencia material, sino que también amenaza su existencia, impidiendo el desarrollo de una personalidad independiente, mediante el uso de medios de influencia espiritual muy refinados.

Con esto vemos el trágico destino que espera al hombre científico. Llevado por la búsqueda de la claridad e independencia interiores, ha logrado mediante esfuerzos sobrehumanos, los

medios para su esclavización exterior y su aniquilamiento interior. Ha de dejar que los representantes del poder político le pongan un bozal. Se ve obligado a sacrificar su propia vida y a destruir las ajenas, aunque esté convencido de la inutilidad de tal sacrificio. Ve con claridad que el hecho, producto de la historia, de que los estados nacionales se hayan convertido en representantes del poder económico, político y por tanto también militar, llevará a la destrucción de todos. Sabe que solo la disolución de los métodos de pura violencia a través de un ordenamiento jurídico supranacional puede salvar a la humanidad. Pero ha llegado a un punto en que acepta la esclavitud que se le ha impuesto, como un hecho inevitable. Incluso se rebaja a ayudar en el perfeccionamiento de los métodos y medios para la aniquilación de los hombres, cuando se lo ordenan.

¿Debe aceptar el hombre científico todas estas humillaciones? ¿Ha pasado ya la época en la que podía iluminar y enriquecer la vida de los hombres mediante la libertad e independencia de sus pensamientos e investigaciones? ¿No habrá olvidado sus responsabilidades al dirigir su vida solo hacia lo intelectual? Yo respondo lo siguiente: a un hombre interiormente libre, y escrupuloso, se le puede destruir, pero no se puede hacer de él ni un esclavo ni una herramienta ciega.

Si los hombres científicos de nuestra época encontraran tiempo y valor para sopesar tranquila y críticamente su situación y sus deberes, las esperanzas de resolver favorable y razonablemente la peligrosa situación internacional, aumentarían en gran proporción.

Apéndice:
Notas acerca del origen de los textos y de sus destinatarios

Cómo veo el mundo

Escrito en 1930. Publicado en inglés en 1931, en el tomo 13.º de *Living Philosophies* (Nueva York).

El Estado y la conciencia individual

Publicado el 22 de diciembre de 1950 en la revista norteamericana *Science*. Impulsó a este examen de conciencia la adhesión, en ese año, del profesor Einstein a la Society for Social Responsibility in Science. Esta sociedad cuyos principios democráticos surgían de la tradición cuáquera de activo amor al prójimo y pacifismo, tan afines a los ideales de Albert Einstein, agrupaba a los ingenieros, técnicos,

naturalistas y médicos de todas las naciones. Fue fundada en Haverford (Pennsylvania), en septiembre de 1949.

Religión y ciencia

Publicado por primera vez en el *Berliner Tageblatt* el 11 de noviembre de 1930.

Fascismo y ciencia

Alfredo Rocco (1875-1935), notorio jurista, dio sus leyes al fascismo. De 1924 a 1925 fue presidente de la Audiencia Italiana. De 1925 a 1932 fue ministro de Justicia y de Asuntos Culturales. Escribió entre otras obras *La dottrina del Fascismo e il suo pasto nella storia del pensiero politico* y *Dallo Stato liberale allo Stato fascista*. Había sido rector de la Universidad de

Roma. La carta del profesor Einstein, fechada en Berlín, apareció en tiempos en que el profesor Rocco era ministro de Cultura.

Necesidad de la cultura ética

Este artículo fue leído el 6 de enero de 1951 como prueba de simpatía por el 75.º aniversario de la Ethical Cultural Society de Nueva York. En su declaración, el presidente Algernon D. Black definió esta sociedad como no dogmática, basándose en el principio de que cada religión tiene el objetivo de fomentar la liberación y el compañerismo de las gentes por medio de un trabajo activo. Su principio fundamental es el respeto del individuo y la fe en la bondad de los seres humanos.

Paraíso perdido

Escrito poco después de la fundación de la Sociedad de Naciones en Ginebra en 1919, y luego traducido y publicado en francés con motivo de la creación de las Naciones Unidas en 1946. Demuestra cuán doloroso fue para el profesor Einstein la traición de los científicos en la Internacional de los Intelectuales.

De la libertad de enseñanza

La toma de posición de Einstein ante el «caso Gumbel» tuvo lugar en 1931, cuando la campaña sistemática de métodos terroristas por parte de estudiantes de derechas contra el profesor Emil Julius Gumbel empezaba a ser grave. El profesor Gumbel nació en Múnich en 1891. Perteneció al claustro de la Universidad de Heidelberg desde 1923 hasta 1932. Los nacionalistas alemanes lo convirtieron en su

enemigo más odiado después que publicó sus trabajos estadísticos: *Cuatro años de crimen político*, *Libro Blanco del negro ejército del Reich* y *Traición de un Tribunal decadente*. Junto con los profesores Einstein y Radbruch fue un ferviente pacifista y demócrata. Después de su expulsión de Alemania, pudo seguir su actividad académica en Lyon y luego en Nueva York.

Métodos modernos de inquisición

El 2 de mayo de 1953 un profesor de Brooklyn, William Frauenglass, escribió al director del *New York Herald Tribune* una carta en la que se quejaba del tratamiento antidemocrático, inquisitorial, de que se le había hecho objeto cuando se lo citó a comparecer ante un comité anticomunista de Washington. La acusación era que en 1947 había participado en un

curso para maestros sobre relaciones internacionales. Pese a haber sido amenazado con su expulsión de la docencia, Frauenglass se negó a declarar sobre sus convicciones políticas.

Ante la precariedad de su situación decidió escribir al no conformista profesor Einstein, quien ya había manifestado su oposición a los métodos de inquisición del senador McCarthy. La respuesta de Einstein se publicó el 12 de junio de 1953 en el *New York Times*. Aseguraba que él también se hubiera negado a comparecer ante un comité de tal tipo, y provocó una avalancha de llamadas telefónicas a la redacción, así como una larga polémica en la prensa. «Fue tal la reacción» recordaba después Albert Einstein, «que todo junio de 1953 los diarios principales se ocuparon poco o mucho del tema, lo que era de esperar, aunque todos los anuncios grandes ya estaban impresos. Después inicié una campaña privada de firmas que tuvo un eco entusiasta, aunque debo decir que no figuraron firmas verdaderamente importantes». Bertrand

Russell tomó el partido de Einstein. El célebre filósofo inglés mandó el 15 de junio de 1953 las siguientes irónicas líneas al *New York Times*: «Su nota editorial del 13 de junio polemiza con el punto de vista de Einstein respecto a que los profesores deben negarse a responder las preguntas de los enviados del senador McCarthy. De esta editorial surge que son ustedes partidarios de una obediencia a la ley, aún injusta. Me parece poco creíble que no se hayan detenido a considerar las consecuencias de tal postura. ¿Condenan a los mártires cristianos que se negaron a honrar los dioses oficiales? ¿Condenan a John Brown, precursor de la lucha por la abolición de la esclavitud? Sí, debo suponerlo: condenan también a George Washington, y opinan que hay que devolver su país a los dominios de Su Graciosa Majestad la Reina Isabel II. Como fiel súbdito británico aplaudo su opinión, pero me temo que no encontrará respaldo muy entusiasta en su patria».

Educación para una independencia en el pensar

Resumen de una entrevista sobre problemas educacionales aparecida en el *New York Times* en otoño de 1952.

A los colegiales japoneses

Volviendo de China, Einstein se detuvo en Kobe el 20 de noviembre de 1922. En enero de 1923, con motivo de un viaje, tuvo una breve entrevista en francés con el emperador del Japón.

La Academia de Davos

En la primavera de 1926, el profesor J. Kollaritis, huésped en la estación curativa de

Davos, declaró a la *Davoser Revue*, publicación local, su idea de crear una Academia Internacional de Estudios a nivel Universitario en aquel paraje. La idea había sido propuesta, aunque con poco eco, ya cinco años antes por el escultor Philipp Modrow. Mejor acogida consiguió en otoño de 1927 la idea del profesor Gottfried Solomon de celebrar cada primavera un congreso internacional de profesores y de alumnos, y dando así un paso práctico hacia la comprensión entre los pueblos. El primer congreso tuvo lugar entre el 18 de marzo y el 14 de abril de 1928, con asistencia de cuarenta y nueve profesores de cuatro países y de unos doscientos cincuenta alumnos. Entre otros, participaron los profesores Lucien Lévy-Bruhl, Hans Driesch, Nicolai Hartmann, Gustav Radbruch, William Rappard y Albrecht von Mendelsson-Bartholdy. El segundo y tercer congreso tuvieron lugar bajo la dirección de los senadores suizos Motta y Häberlin. Los siguientes congresos fueron impedidos por el chauvinismo nacionalista creciente, y esta

«Universidad en la Cruz» en la que profesores y alumnos buscaban juntos los resultados, quedó detenida.

Las palabras publicadas en este libro fueron dichas por Einstein el 18 de marzo de 1928, antes de dar lectura a su conferencia «Conceptos fundamentales de la física y su evolución». Leyó esta de una versión taquigráfica y dijo, en resumen, que el hombre primitivo atribuía todos los sucesos a la voluntad de unos espíritus invisibles; luego comprendió que son espíritus más elevados aún las leyes de la causalidad. Existe pues la ficción del libre albedrío, que no pone en peligro a la causalidad, y que a través de la física se puede hacer tambalear. Después de referirse a los conceptos fundamentales de la física tal como se encuentran en la geometría de Euclides y en la mecánica clásica encarnada por Galileo y por Newton, Einstein trazó un panorama de los logros alcanzados por Faraday y Maxwell en el desarrollo de la mecánica, que vinieron a ser completados por la teoría de la relatividad.

Después de su conferencia, el profesor Einstein tomó a su cargo la dirección de un seminario, en el cual el escritor suizo Hans Mühlestein, citando a Kant, se empecinó en una posición antagónica a la sostenida por Einstein. Este sostuvo todas las discusiones con humor sabroso. Para ayudar a financiar este congreso, Einstein aceptó ser violinista en un trío de música de cámara organizado a propósito. Durante un ensayo, el pintor austríaco Emmerich Haas hizo un dibujo a lápiz del gran físico.

Discurso ante la tumba de H. A. Lorentz
Su obra al servicio del trabajo comunitario internacional

Hendrik Anton Lorentz (1853-1928) vivió desde 1878 hasta su muerte en la ciudad de Leiden, donde fue catedrático de física teórica. En 1902 compartió con su compatriota Pieter

Zeeman el Premio Nobel de Física. Como creador de la teoría de los electrones dio origen a la noción de la estructura atómica de la electricidad, preparada por las teorías de Maxwell y Hertz. Presidente de la Comisión Para la Cooperación Internacional del Trabajo Intelectual, de la que Einstein era miembro, dedicó todas sus fuerzas y su prestigio a procurar crear un sentimiento de cuerpo en los intelectuales. Carl Seelig comentó así una vez la íntima solidaridad que unía a ambos físicos: «Albert Einstein y el suizo».

Los «tratados de Solvay» deben su nombre al químico belga Ernest Solvay (1838-1922), quien en 1863 puso en marcha la fabricación de una «Soda Solvay», que revolucionó la obtención del carbonato de sodio. En 1902, de 1,76 millones de toneladas producidas en el mundo, 1,61 toneladas se obtenían por su sistema. Este consiste en lo siguiente: en una disolución concentrada de sal común a 400, se introduce primero amoníaco y luego dióxido de carbono.

Calcinada la mezcla, se recupera una mitad del dióxido de carbono y del amoníaco empleados.

Las ganancias salidas de su descubrimiento y sus fábricas fueron donadas por Ernest Solvay en parte a instituciones filantrópicas y en parte a institutos de investigación científica. Las «conferencias Solvay», financiadas por él, fueron a partir de 1909 los congresos principales de físicos y de químicos. Einstein participó en ellas por primera vez en 1911. Él y Solvay habían sido nombrados doctores *honoris causa* por la Universidad de Ginebra en el verano de 1909.

H. A. Lorentz como creador y como personalidad

Einstein terminó este artículo a fines de febrero de 1953, y ese verano lo leyó con motivo de la celebración del centenario del nacimiento de Lorentz, en Leiden, su ciudad natal. La sección de ciencias naturales del Rijkmuseum

organizaba al mismo tiempo una exposición sobre la obra y la personalidad del sabio; mientras que sus trabajos sobre la producción de bajas temperaturas y la licuefacción del helio eran comentados por su colega Oonnes Kamerlingh (1853-1926). Como donación digna del museo, Einstein le entregó toda su correspondencia con Lorentz. El resto de los papeles de este se guardan en el Archivo Real, en Amsterdam.

El llamado experimento de Michelson-Morley, o Investigación Morley, fue realizado en 1881 en el observatorio astrofísico de Potsdam por el físico polaco-norteamericano Albert A. Michelson (1852-1931). La idea era intentar medir el movimiento de la tierra respecto al hipotético éter. Permitió que Einstein, en 1905, abandonara el concepto clásico de espacio-tiempo y formulara el principio de la constancia de la velocidad de la luz en su teoría de la relatividad restringida. Michelson, que estudió física en Alemania como alumno de Helmholz, recibió el Premio Nobel de Física en 1907 por

sus instrumentos ópticos de precisión y sus estudios sobre espectroscopia y meteorología.

Josef Popper-Lynkeus

(Nacido en Kalin, Bohemia, en 1838; muerto en la ciudad de Viena, en 1921).

La concepción del mundo y la importancia literaria de este talento político-social, exige una breve reseña de su vida y su obra. Su amiga la escritora Else Feldmann lo describe como «dócil y bueno como un ángel, pero con arrebatos de ira en que se encendía como fuego». La primera vez que la vio, él le preguntó si sus padres vivían, si tenían recursos y cuál era su profesión. «Popper era así. Le interesaba todo cuanto incumbía a las gentes, si tenían qué comer, que no sintieran frío en invierno, que no enfermaran, si se encontraban a gusto en su trabajo o si les alcanzaba el sueldo. En segundo lugar venían el carácter, las cualidades o los

defectos». La víspera de su muerte a los ochenta y tres años, el 21 de diciembre de 1921, Else Feldmann estaba sentada junto a su lecho. Él abrió súbitamente los ojos y preguntó bromeando: «¿Cómo imagina el futuro?». Contenta por ese lapso de lucidez ella contestó: «Espero que llegue el día en que nadie pase hambre». «Sí» respondió con voz débil. «Eso sería el comienzo. Yo ni siquiera lo habré visto».

Su carrera empezó en Praga, donde escribía remites para mercancías y billetes de ferrocarril. Después fue telegrafista, hasta que pudo independizarse. Más adelante, en Viena, firmaba una columna en un periódico, informando sobre los adelantos de la ciencia y de la técnica. Estas reseñas lo mantenían hasta muy tarde en la redacción, y simultáneamente se inscribió como oyente en las clases de astronomía, matemáticas y física de la Universidad de Viena. En 1867 apareció por primera vez ante el público como descubridor. Había logrado construir un condensador de aire que se hizo

mundialmente famoso, así como una caldera de evaporación autorrefrigerada, además de la formulación matemática de la influencia de la rarefacción del aire en el consumo del vapor. A los veinticuatro años ya había comunicado el principio de la transmisión de las fuerzas eléctricas a la Real Academia de Ciencias de Viena. Debido a su mala salud debió abandonar sus trabajos técnicos: casi todas las grandes torres de refrigeración de Austria se habían montado bajo su dirección personal, trabajo en que corría peligro su vida, y cuyas inspecciones cumplía en tiempos del peor calor o frío o viento.

Entonces dedicó muchos años al estudio de Montaigne, al genial físico y autor de aforismos satíricos G. Ch. Lichtenberg, a Rousseau, Schiller y Voltaire, cuya lucha contra la hipocresía lo impresionó profundamente. «Antes de él» escribió, «respiraban las gentes de Europa en densas tinieblas. Disponían solo de algunos viejos libros legados por el pasado. Entonces surgió una risa que sacudió al mundo, un rayo

que estremeció el espacio, los hombres se sobresaltaron, los libros caían al suelo: Voltaire estaba allí».

Como filántropo, Josef Popper publicó dos libros bajo el seudónimo de Lynkeus: *Die allgemeine Nährpflicht als Lösung der sozialen Frage* (1912) (El sustento obligatorio general como solución de la cuestión social) y *Das Recht zu leben, und die Pflicht zu sterben* (1878) (Lo justo para vivir, la obligación para morir). El primero flagela a los partidos políticos, y plantea detalladas propuestas para resolver el problema social: «El Estado debe asegurar a todos los ciudadanos el mínimo indispensable para vivir en cuanto a alimento, vestido, techo y salud. En retribución, cada ciudadano servirá al Estado durante un lapso de tiempo determinado: catorce años los hombres y ocho las mujeres». Disponiendo estos de tiempo libre para ganar salarios que les permitan darse gustos y aprender. La inmoralidad de los Estados que utilizan a sus ciudadanos para fines bélicos sin ofrecerles lo

necesario para vivir en tiempos de paz lo embanderó en contra del servicio militar obligatorio y la pena de muerte. En el segundo de estos libros expone su idea de que nadie debería estar obligado a participar en un acto bélico, pues «cuando reina la justicia cualquiera es libre para morir por sus ideales. Pero nadie debe morir por los ideales de otros».

Profundo conocedor de la cultura china, Popper proponía una purificación de la razón humana antes que cualquier religión positiva. Sus leyes fundamentales eran: la inviolabilidad de la vida ajena, respeto al individuo, tolerancia ante las ideas. Sobre la base de estas normas escribió ochenta cuentos breves y anécdotas que publicó en 1899 con el título de *Fantasías de un Realista*. En ellas se nota la influencia de Confiado, a quien consideraba el hombre más importante de la historia universal. El libro desencadenó escándalos que llegaron al Parlamento, y al fin fue confiscado por dos gobiernos, el austrohúngaro y el ruso «por razones de moralidad». Hasta 1922 estuvo entre los

libros prohibidos. Algunos de sus relatos pacifistas se tradujeron a varios idiomas, por ejemplo «En el campo de batalla» y «Después de Austerlitz».

Casi todos estos relatos fueron escritos por Popper en sus ratos libres por la provincia austríaca, que recorría para montar personalmente sus innovaciones técnicas. Como era muy pobre, tenía que dormir en las pensiones más baratas, en cuyos insípidos y fríos cuartos escribió las narraciones que más fama le dieron.

En los sesenta años de Arnold Berliner

Esta felicitación apareció en la revista *Die Naturwissenschaften* (Las ciencias naturales), fundada en 1913 y dirigida hasta 1935 por el doctor Arnold Berliner (1862-1942). Este hombre apasionado por el trabajo intelectual y el saber universal, fue eliminado de la dirección

por motivos racistas, y en 1942 dio fin a su vida por desesperación. El libro de Berliner *Enseñanza de la Física*, que conoció cinco ediciones, fue utilizado por el profesor Walter Nernst para sus conferencias.

Saludo a George Bernard Shaw

La primera vez que se encontraron Albert Einstein y el escritor satírico y crítico irlandés George Bernard Shaw (1856-1950) fue en el primer viaje de Einstein a Inglaterra, en la primavera de 1921. Einstein y su mujer Elsa vivieron una semana en Londres, en el palacio del acaudalado Lord Richard Burton Haldane (1856-1928). Este «imperialista liberal» hambriento de humanidad, fue ministro de Guerra de 1905 a 1912, y desde entonces hasta 1915 Lord Canciller del Reino. Siempre quiso un entendimiento entre Inglaterra y Alemania.

Haldane, que terminada la primera guerra mundial había publicado un libro titulado *El reino de la relatividad*, sentía una profunda admiración por Einstein, a quien llamó al presentarlo en el King's College, «el Newton del siglo XX». En su *Autobiografía*, publicada en 1929 se lo ve con Einstein en su palacio de Queen Anne's Gate 28, en un retrato sacado de una fotografía.

Se encontraron otra vez en un nuevo viaje de Einstein, cuando, en octubre de 1933, emprendía su definitivo exilio hacia Estados Unidos, y a raíz de un importante premio de ayuda académica que le otorgaron en Londres dio una conferencia sobre el tema «Ciencia y Libertad». Las palabras de bienvenida estuvieron a cargo nada menos que del profesor Ernest Rutherford, uno de los físicos experimentales más originales del siglo.

El artículo «Saludo a George Bernard Shaw» fue dicho en otoño de 1930. Sobre esta estancia en Inglaterra escribió Blanche Patch, secretaria de Shaw, en su libro publicado en

1951, *Treinta años con G. B. S.* Entre otras cosas refiere cómo Shaw se comportaba con sus contemporáneos, sin atribuir ninguna importancia al rango social. Cuando Einstein comió a mediodía con Shaw, estaban también Sir Herbert Samuel, comisionado británico en Jerusalén en 1923, y su hijo Edwin Samuel. Esa noche o la siguiente dieron un banquete en honor a Einstein en el hotel Savoy. Presidía la mesa Lord Rothschild, quien acababa de hacer junto con otras personalidades un llamamiento en pro de los judíos de Europa oriental. Durante la cena, Shaw pronunció un discurso dedicado a Einstein que se transmitió por radio hasta Hollywood. Entre otras cosas dijo que Einstein había introducido en la ciencia un desorden de miedo. Einstein exclamó: «¿A qué viene eso? ¡Eso no es asunto suyo!». Shaw, que detestaba por igual a los científicos dogmáticos y a los teólogos dogmáticos, había hecho esta observación como alabanza. Se chanceó durante su discurso sobre el pequeño científico que había derrotado a tantos tan grandes… Shaw,

que contaba setenta y cuatro años, se tomó tan en serio este discurso que él, que nunca consultaba notas cuando tenía que hablar, lo hizo pasar a máquina la víspera.

En su brindis dijo: «Lo incluyo junto con Pitágoras, Ptolomeo, Copérnico, Galileo, Kepler y Newton en la lista de los ocho únicos grandes físicos de la historia. De estos ocho, solo tres formularon una teoría completa del Universo: Ptolomeo, Newton y Einstein. Los otros hicieron arreglos. Los tres grandes fueron los líderes de un impulso de la humanidad que se separa en dos: una se llama religión, la otra ciencia. La primera se libra de todos los problemas que suscita el problema del Universo. Nos provee de conocimiento, seguridad, paz y conceptos absolutos. Nos protege del progreso, al cual todos tememos ya. La ciencia es absolutamente lo contrario. Siempre está equivocada. No soluciona un problema sin suscitar diez nuevos. Todos estos grandes hombres procuran arreglar estos problemas. Copérnico demostró que Ptolomeo se había equivocado; Galileo

demostró que Aristóteles se había equivocado. En ese punto se cortó la cadena. La ciencia se encontró por primera vez con un fenómeno de la naturaleza: un inglés. Como inglés, Newton fue capaz de realizar extraordinarias tareas intelectuales. Sabía que el Universo estaba formado por astros en continuo movimiento, pero que ninguno de estos cuerpos se desplazaba en línea recta. Para explicar por qué esos movimientos eran curvos en un Universo rectilíneo, Newton tuvo que encontrar una fuerza llamada gravitación, formulando una teoría del Universo en la que se creyó devotamente, religiosamente, durante trescientos años. El libro de esta religión newtoniana no era esa cosa mágica oriental que se conoce como la Biblia. Es el libro de cabecera británico, el mapa astronómico. Da la posición de todos los cuerpos celestes, sus órbitas, la velocidad con que se mueven, y las horas en que se oscurecen, o pueden tropezar con la tierra como Sirio. Todo es exacto, seguro, absoluto, e inglés. Pero a los trescientos años de su primacía, un joven

profesor de Centroeuropa se levanta y dice a nuestros astrónomos: “Muy señores míos, si observan con cuidado el próximo eclipse solar”, este se produjo el 29 de marzo de 1919, y puso en marcha a los expedicionarios de la Royal Society of London, “estarán en condiciones de interpretar las anomalías del perihelio de Mercurio”. El civilizado mundo newtoniano contestó: “Si tan temible afirmación resulta cierta, y el difamado eclipse se confirma, ¡este joven pasará a poner en duda la existencia de la gravitación!”. El joven profesor sonreía: “La gravitación es una hipótesis extraordinariamente útil, y en la mayoría de los casos permite llegar a resultados exactos”. Él, personalmente, podía pasarse sin ella. Entonces vinieron las preguntas. Si no existe la gravitación, ¿cómo es que los astros no se desplazan en línea recta? Y responde: no hay necesidad de explicación, puesto que el Universo no es rectilíneo. Es curvo. Y allí ocurrió el naufragio del Universo newtoniano, que fue sustituido por el Universo de Einstein».

Durante el discurso hubo lugar también para muchas frases maliciosas típicas de Shaw, que divirtieron enormemente a Einstein. Por ejemplo: «En Londres pueden conseguirse grandes hombres por seis peniques. Forman una sociedad muy decorativa. Cuando brindamos por ellos y decimos conferencias sobre sus personas nos sentimos culpables de actos bochornosos, de hipocresías asqueantes. A propósito, esta tarde tuve que hacer un brindis por Napoleón. No pude decir la verdad sobre él, es decir, que si no hubiera nacido, la raza humana no habría perdido nada. Pero esta noche no tenemos que sentirnos culpables. Bajo hombres pequeños se esconden grandes hombres, verdaderamente grandes. De esta clase es el hombre que agasajamos hoy. Napoleón y otros hombres eran fundadores de Estados. Pero hay aún una especie de hombres que los supera. Son creadores de Universos, y como tales sus manos quedan limpias de sangre humana». Shaw pedía perdón a Einstein por haberse introducido en su «noble refugio» para

ayudar a los «más pobres de los pobres del mundo», y terminó diciendo que todos tenemos nuestros pequeños refugios: «Pero en vez de utilizarlos para grandes descubrimientos solo atinamos a agazaparnos en ellos, como niños que gritan en la oscuridad. Desde todos estos pequeños refugios enviamos al más grande de nuestros contemporáneos, Albert Einstein, nuestra admiración y nuestros deseos de que goce de salud y de una larga vida».

Bertrand Russell y el pensamiento filosófico

Este trabajo fue escrito para el V tomo de la colección Library of Living Philosophers, editada por el profesor A. Schilp. Su primera edición apareció en 1946, dedicada a la filosofía de Bertrand Russell.

El poco conocido en Europa, Thorstein Bunde Veblen (1857-1929), es un crítico social

norteamericano que analiza, desde un punto de vista radical materialista, el pensamiento económico de nuestra generación, y el comportamiento de Estados Unidos, con un análisis amargo y satírico. Según el profesor Max Silberschmidt se lo puede considerar «el Karl Marx de América, pues analizando la publicidad económica analiza los fenómenos de la economía, a la vez que denuncia y compara los conflictos más trágicos de nuestro mundo». Su «compasión por el hombre común y por los pueblos oprimidos» es puesta de relieve en un estudio de Carl Eugster. Veblen, que quiso ser olvidado por el mundo contemporáneo, dedicó a la humanidad su obra principal *The instinct of workmanship* (1914).

George Berkeley (1685-1753) fundó la teoría espiritualista del conocimiento, con la que era posible fundamentar una negativa de la realidad del mundo corpóreo.

Para la abolición del peligro de guerra

Escrito el 20 de septiembre de 1952, este artículo fue publicado por primera vez en otoño de ese año en la revista japonesa *Kaizo* (Tokio). La carta al presidente Roosevelt que menciona fue enviada el 2 de agosto de 1939. Dos físicos emigrados a Estados Unidos, el italiano Enrico Fermi y el húngaro Leo Szilard, habían solicitado a Einstein que firmara un escrito de advertencia al gobierno de Estados Unidos sobre los efectos catastróficos de la bomba de uranio.

En una carta personal al presidente Roosevelt, Einstein decía: «El elemento uranio será muy pronto la mayor fuente de energía. Una sola bomba de esa clase que explote será la destrucción en una escala imposible de prever». Como sospechaba que los profesores Orto Hahn y Lis Meitner, militantes del partido nacionalsocialista, habían descubierto en su laboratorio del Kaiser Wilhelm Institut la desintegración del uranio, y temía por tanto

que esa incontenible fuente de energía fuera utilizada con fines bélicos, quiso describir en esa carta el peligro que significaría para la humanidad la fabricación de dicha bomba. Proponía organizar un grupo de investigadores nucleares a quienes pudiera encomendarse el estudio de las aplicaciones prácticas de la desintegración del uranio. El llamado Manhattan Project fue concebido y realizado con celeridad típicamente norteamericana gracias al auspicio de Einstein y al curso que estaba tomando la guerra.

Discurso ante el Congreso de los Estudiantes para el Desarme

Este discurso fue leído en 1930 ante los estudiantes alemanes partidarios del pacifismo.

A Sigmund Freud

Las entrevistas personales de Einstein con el psiquiatra austríaco Sigmund Freud (1855-1939) fueron solo dos, y ambas en Berlín. La carta que aquí se publica era privada, probablemente de fines de 1931 o comienzos de 1932. No es idéntica a la fechada en Potsdam del 30 de julio de 1932, que integraría la primera parte del folleto de sesenta y dos páginas que se presentó a la Sociedad de Naciones con motivo de la clausura del Instituto Internacional de Cooperación en el Trabajo Intelectual, y que llevaba el título de «¿Por qué la guerra?», del cual se repartieron dos mil ejemplares escritos en alemán. Después hubo ediciones en francés, inglés y holandés.

Einstein deseaba la presencia de Freud como interlocutor en la discusión por su conocimiento de las raíces de los impulsos de destrucción en el alma humana, y esperaba de él una colaboración sobre el tema «Represión y Liberación de los hombres del azote de la

guerra». Según Einstein, en cada hombre «existe una necesidad de odiar y de destruir. Esta disposición de ánimo, latente en tiempos normales, solo se pone de manifiesto en tiempos de anormalidad. Pero se la puede despertar con facilidad».

La respuesta de Freud, enviada en septiembre de 1932, llenaba treinta y siete páginas, y decía entre otras cosas: «La popularidad del instinto humano de destrucción es mucho mayor que su real importancia. Fomentada por la especulación, hemos llegado a la idea de que este instinto labora en cada individuo, en el empeño de transformar la vida en materia muerta. Recibió el nombre de instinto tanático o de muerte, mientras el instinto erótico representaba la aspiración hacia la vida. El instinto de muerte se vuelve destructivo cuando se lo utiliza, con medios adecuados, hacia el exterior. El ser vivo protege su propia vida mediante la destrucción de la vida ajena. Pero hay una parte de este instinto de muerte que permanece inactivo dentro del ser viviente. Hemos intentado

atribuir una serie de fenómenos tanto normales como patológicos a esta interiorización del instinto de destrucción. Incluso hemos cometido la herejía de intentar explicar la formación de nuestro conocimiento a partir de una inversión de la agresividad hacia el exterior». Para terminar, Freud expresa su esperanza de que el desarrollo de la cultura, más el cambio producido en las metas instintivas, la disminución de las emociones instintivas y el miedo ante los efectos catastróficos de una guerra futura, extinguirán el peligro de guerra en un futuro próximo.

Las mujeres y la guerra

Los «miembros indefensos de la población civil» a que hace referencia Einstein en este artículo son él mismo, quien recibió muchos ataques en 1920 y en 1933. Así lo hizo la Asociación Americana de Mujeres Patrióticas,

que exigió al gobierno que prohibiera a Einstein la entrada en Estados Unidos, alegando que era un comunista peligroso.

Una despedida

Albert Dufour-Feronce era sobrino del general suizo Henry Dufour, y trabajó a partir de 1918 en el Ministerio de Asuntos Exteriores, que en 1920 lo envió a Londres en calidad de consejero de Embajada. Desde 1927 fue subsecretario general de la Sociedad de Nacional, donde dirigía la Comisión de Cooperación del Trabajo Intelectual.

Einstein se convenció de que la Sociedad de Naciones estaba al servicio de los intereses de las potencias ganadoras de la guerra. De modo que decidió darse de baja de la Comisión en 1923. Volvió a incorporarse sin embargo en 1924, al darse cuenta de que su renuncia favorecía a los nacionalistas alemanes y

perjudicaba a las verdaderas intenciones de la Comisión.

La Internacional de la Ciencia

Artículo escrito al poco tiempo de finalizar la primera guerra mundial. Einstein había sido elegido miembro de la Academia Prusiana de Ciencias a propuesta de Max Planck, Walter Nernst, Heinrich Rubens y Emil Warburg en su sesión plenaria de noviembre de 1913. La Academia fue fundada en 1700. Su traslado de Zúrich a Berlín tuvo lugar en 1914.

Emil Fischer (1825-1918) recibió el Premio Nobel de Química de 1902 por sus investigaciones sobre los grupos albuminoideos. Sus trabajos académicos se desarrollaron en Erlangen y Würzburg. Desde 1892 hasta su muerte trabajó en Berlín.

El Instituto para la Cooperación Intelectual

Escrito sin duda en 1926 con motivo de la inauguración en París del Instituto Para la Cooperación Intelectual, que hasta 1939 fue el brazo ejecutivo de las resoluciones que tomaba la Comisión de Cooperación Intelectual de la Sociedad de Naciones. Einstein, pese a su profunda desilusión por los resultados, pertenecía a esta Comisión desde 1922. Sustituyendo al Instituto se creó la UNESCO en 1945.

Síntomas de enfermedad en la vida cultural

Apareció por primera vez en inglés, en la publicación norteamericana *Bulletin of the Atomic Scientist's*, en septiembre de 1952.

Reflexiones sobre la crisis económica mundial

El artículo se refiere a la crisis mundial de 1929, que debido a un exceso en la oferta condujo a la catastrófica deflación de los precios y a la quiebra de numerosas empresas y bancos. El desempleo producido por la crisis y la consiguiente insatisfacción de las masas reforzaron las corrientes radicales y a extender los sentimientos nacionalistas.

Producción y trabajo

El economista inglés John Maynard Keynes (1883-1945) fue uno de los mayores detractores de la política de reparación establecida por la Paz de Versailles. Keynes proponía, en los años veinte, el «destronamiento del oro» y la intervención en el sistema monetario para estabilizar el nivel de los precios en el interior.

De la convivencia pacífica entre las naciones

Anna Eleanor Roosevelt (1884-1962), esposa del presidente de Estados Unidos fallecido en la primavera de 1945, había pedido al físico Robert Oppenheimer y al jurista David Lilienthal, miembros de la Atomic Energy Comission, que participaran en su programa de televisión, para hablar sobre los peligros de una guerra atómica. Para facilitar la participación de Einstein, se desplazó un equipo móvil de la televisión a su casa en Princetown. Lo aquí reproducido es el texto que Einstein leyó ante las cámaras. En una carta a Carl Seelig, la señora Roosevelt describe a Einstein como «una personalidad inolvidable, amable, pero fuerte y firme en sus creencias».

Cuando la revista semanal *La reconstrucción*, dirigida por Manfred George, organizó unos funerales en memoria del presidente Franklin Delano Roosevelt, Einstein envió el siguiente mensaje: «Nosotros, los judíos y los

inmigrantes, estamos especialmente en deuda con el presidente Roosevelt. El supo prever lo inevitable con la antelación requerida, y protegió consecuentemente al pueblo americano de la amenaza alemana. En el marco de la política, su intento de proteger a los débiles tuvo éxito. Saneó la economía a pesar de las dificultades. Era increíblemente consecuente en las metas que se proponía y al mismo tiempo maravillosamente elástico en la superación de contratiempos. Resulta trágico que su capacidad singular ya no pueda ser utilizada para resolver los problemas referentes a la seguridad nacional. Es especialmente trágico para los judíos el que ya no pueda asistir a las decisivas negociaciones de las que depende que se nos abran las puertas de Palestina. La muerte de Roosevelt ha significado para todos los hombres de buena voluntad, la pérdida de un viejo amigo. ¡Ojalá su influencia en el pensamiento de los hombres sea duradera!».

Sobre la seguridad de la especie humana

Resumen de la colaboración de Einstein en el Canadian Education Week, congreso sobre educación dirigido a profesores y alumnos que se celebró en marzo de 1952 en Ottawa.

Intercambio de cartas con la Academia de Ciencias Prusiana

El profesor Ernst Heymann (1870-1946) fue el fundador del primer Instituto de Derecho Internacional.

Heinrich von Ficker (1881-1957) fue nombrado director del Instituto Meteorológico Prusiano en 1923. Se hizo famoso por sus expediciones científicas al Cáucaso, Pamir y Turquestán.

Sociedad judía

Esta lectura tuvo lugar en otoño de 1932, cuando Einstein escribió también su «Saludo a George Bernard Shaw» (pág. 41). Fue pronunciada el 29 de octubre de 1930 en el hotel Savoy de Londres.

La ORT fue fundada en 1880 en San Petersburgo, para dar formación profesional a la juventud judía.

La OZE es una organización judía de socorro, que sobre todo se dedica a financiar hospitales. Los escritores Herbert George Wells (1866-1946) y George Bernard Shaw asistieron al banquete. El criterio cosmopolita de Wells expresado en su *Historia del Mundo*, se asemeja a las ideas de Einstein. Como ejemplo podemos citar: «Los hombres inteligentes están cada vez más convencidos de que mientras se conserven la soberanía independiente de los estados nacionales, la sistemática opresión racista y los prejuicios nacionalistas y culturales, seguirá aumentando nuestra inestabilidad. Y la

vida y el pensamiento humanos estarán cada vez más dominados por la servidumbre, el miedo, y los sufrimientos. Una especie de histeria militarista amenaza nuestra existencia. Nos puede llevar poco a poco a una guerra cruel y a una vida llena de dolor y de odio, que a la larga no podrá soportar nadie, a excepción de algún espartano». El «mítico ¿¿¿sosias???» a que se refiere Einstein en sus palabras es su propia figura pública.

Discursos sobre la reconstrucción de Palestina

Albert Einstein se incorporó a las filas del sionismo hacia 1920, como reacción al antisemitismo que en Alemania empezó a crecer de forma alarmante a partir del final de la primera guerra mundial. En la primavera de 1921 viajó a Nueva York, en compañía del más tarde primer presidente de Israel profesor Chaim Weizmann

(1874-1952). En Estados Unidos participaron en numerosos actos destinados a recaudar dinero para el Fondo Nacional Judío y para la Universidad hebrea de Jerusalén. Einstein pisó por primera vez tierra judía en febrero de 1923, tras un viaje a China y Japón. En Jerusalén vivió invitado en casa del comisionado británico, vizconde Herbert Samuel (a quien se menciona comiendo con Einstein en Londres en la nota «Saludo a George B. Shaw»). El segundo viaje a Norteamérica lo realizó en diciembre de 1930, el tercero en otoño de 1931.

Los discursos 1, 2 y 3 fueron pronunciados en Estados Unidos en 1931 y 1932. El cuarto discurso lo leyó en 1921 en Berlín, al regresar de su viaje por Norteamérica. El quinto fue pronunciado seguramente más tarde, pero antes de que se estableciera definitivamente en Princeton, es decir, antes de 1953.

Renacimiento judío

La organización sionista Keren Hajessod (Fondo de Reconstrucción) organiza, desde su fundación en 1920, colectas para ayudar a la construcción de casas y a la colonización del campo en los terrenos entregados al Fondo Nacional Judío de Israel.

Sobre la necesidad del sionismo

Según declaración del profesor doctor Willy Hellpach (1877-1955), ministro de Cultura bávaro de 1922 a 1924, y catedrático de psicología en la Universidad de Heidelberg, Einstein escribió este artículo durante sus vacaciones estivales de 1929, para la Vossische Zeitung. Hellpach continúa: «Por desgracia tuve pocas ocasiones para conversar con Einstein. Me impresionó sobre todo su individualidad original, su

fe casi infantil en la verdad, y su dificultad para ver la proporción real de las cosas de la vida pública. He notado lo mismo en matemáticos y en investigadores de la naturaleza. En particular, el matemático y el físico teórico, acostumbrados a una lógica deductiva del pensamiento, no saben qué hacer cuando se enfrentan a la vida comunitaria de los hombres, que no se atiene a dicha lógica. Esto es incluso válido para una persona como Bertrand Russell». El profesor Hellpach dice más adelante: «El sionismo refleja en su desarrollo los mismos defectos que podemos observar en otros nacionalismos. Todos los nacionalismos que conocemos empiezan llenos de ilusiones y acaban llenos de pasión, proceso a lo largo del cual el idealismo se convierte en fanatismo. El nacionalismo alemán empezó con Herder, Fichte, Arndt, Jahn y se materializó cien años más tarde en Treitschke, el “Todo alemán”, y en el nacionalsocialismo. Entremedio hay gente como Richard Wagner, Paul de Lagarde y Gustav Freytag. El nacionalismo abandona el idealismo

cuando pasa de los individuos a la masa. Siempre me he quejado de que el sionismo olvidaba una parte de la historia del judaísmo; parte de la que emana, en mi opinión, una de las misiones del pueblo judío: el pensamiento y sentimiento cosmopolitas son una "vitamina" de la cultura occidental, vitamina de mayores efectos a medida que la cultura judía se iba diseminando por Europa con independencia de las fronteras nacionales. Ahora resulta que los hijos de Israel, cosmopolitizados por la historia, han de volverse nacionalistas, al igual que todos los demás pueblos. Creo que sería una lamentable pérdida de la misión del pueblo judío».

Aforismos para Leo Baeck

Estas sentencias de A. Einstein fueron publicadas por primera vez en un libro de homenaje al doctor Leo Baeck (1873-1956), editado poco después del 80.º cumpleaños de Baeck. El

cuarto aforismo es el retrato del que fue líder del judaísmo alemán durante la primera mitad del siglo XX. Einstein lo tenía en tanta consideración como al Mahatma Gandhi o Albert Schweitzer.

El doctor Leo Baeck se dedicó especialmente a conseguir comprensión para la cultura judía. Fue gran rabino de Berlín desde 1912 hasta 1943, fecha en que fue internado en el campo de concentración de Theresienstadt, donde unos 120.000 de los 140.000 judíos internados murieron de hambre o en cámaras de gas. Tras su liberación en 1945 prosiguió su actividad académica, primero en Londres y luego en el Hebrew Union College de Cincinnati.

Los principios de la investigación

Esta conferencia la pronunció Einstein ante los miembros de la Sociedad de Físicos con

motivo del 60.º cumpleaños del doctor Max Planck (1856-1947). La opinión de Planck fue decisiva para la entrada de A. Einstein en la Academia Prusiana de Ciencias. Este siempre guardó gran agradecimiento y respeto por Planck.

Acerca del método de la física teórica

Discurso pronunciado hacia 1930.

El entonces colaborador de Einstein y extraordinario matemático doctor Walter Mayer murió en otoño de 1948, tras haber trabajado sus últimos años en el Institute for Advanced Study de Princeton.

Louis de Broglie (nacido en 1892), profesor de física teórica en el Instituto Henri Poincaré de París, recibió en 1929 el Premio Nobel de Física, en reconocimiento por sus investigaciones sobre la naturaleza ondulatoria de los

electrones. Mayor información sobre sus relaciones con A. Einstein se encuentra en un artículo del profesor de Broglie «Une rencontre avec Einstein au conseil Solvay en 1927», publicado en el libro de Carl Seelig *Albert Einstein y Suiza*.

Paul Adrien Dirac (nacido en 1902), profesor de física teórica en Cambridge, se dedicó a la formulación de la teórica cuántica. En 1933 recibió junto con Schrödinger el Premio Nobel de Física.

Erwin Schrödinger (1887-1961), profesor de física teórica en el Dublin Institute for Advanced Studies, es el creador de la teoría de la mecánica ondulatoria.

Max Born (nacido en 1882), profesor de física teórica en Edimburgo, ha enriquecido profundamente nuestra concepción física del mundo a través de sus investigaciones sobre la teoría reticular de los cristales, la dinámica atómica y la mecánica cuántica. Después de la conferencia pronunciada por Max Born en 1950 sobre «50 años de teoría cuántica» Heisenberg

elogió ampliamente a su antiguo profesor en Göttingen por haber formulado junto con Pascual Jordán la base matemática de la teoría cuántica.

Werner Heisenberg (nacido en 1901), profesor de física teórica en el Max Planck-Institut de Göttingen, recibió el Premio Nobel de Física en 1932. Pertenece junto con Born y Jordan a los fundadores de la mecánica cuántica. Sus trabajos sobre la radiación cósmica son uno de los mayores logros de la física moderna en Alemania.

Geometría y experiencia

Esta importante conferencia de Einstein fue pronunciada el 27 de enero de 1921 en el transcurso de la sesión pública de la Academia Prusiana, que se celebraba cada año el día del nacimiento del rey Federico el Grande (1712-1786). La opinión del profesor Philipp

Frank sobre ella es la siguiente: «A través de su clara exposición, Einstein logra poner orden en un dominio en el que incluso entre los matemáticos y físicos reinaba, y a veces aún reina, gran confusión». La formulación de Einstein es considerada desde entonces incluso por los filósofos como la más clara y mejor puntualizada.

La «teoría general del conocimiento» del filósofo berlinés Moritz von Schlick (1882-1936), apareció en el año 1918. Un año antes Schlick, influido por Einstein, había publicado un trabajo sobre «Espacio y tiempo».

El matemático francés Henri Poincaré (1854-1912) propuso poco antes de su muerte en una carta firmada también por Marie Curie, que Einstein fuera llamado a Zúrich, para que se encargara de cátedra de física teórica en la ETH.

La «anomalía que se ha comprobado en el caso de Mercurio» citada al final de la conferencia, se refiere al resultado logrado por las dos expediciones científicas inglesas, que fueron

enviadas, una al norte del Brasil y la otra a la isla Príncipe, para observar el eclipse de sol del 29 de marzo de 1919. El resultado obtenido por las expediciones inglesas fue confirmado por otra expedición científica, esta vez en el Sudán, que observó el eclipse solar del 25 de febrero de 1952. En 1916, Einstein había calculado una curvatura de los rayos de la luz de 1,75 segundos. La expedición inglesa midió 1,64 segundos, mientras que en 1952 los científicos se acercaron aún más a los cálculos de Einstein, pues obtuvieron un resultado de 1,70 segundos.

¿Qué es la teoría de la relatividad?

La Royal Society y la Royal Astronomical Society dieron a conocer públicamente los resultados obtenidos por las expediciones que habían enviado para observar el eclipse solar del 29 de marzo de 1919, en una sesión

conjunta celebrada el 6 de noviembre de 1919. En su ponencia, Sir John Thomson (1856-1940), que en la apertura de la sesión había elogiado la teoría de Einstein con las siguientes palabras: «Uno de los mayores logros de la historia del pensamiento humano», procedió a informar: «El campo gravitatorio del sol origina, en efecto, la desviación de los rayos de luz que se desprende de la teoría de la relatividad general de Einstein». Este accedió a la petición del periódico *The Times* de explicar sus investigaciones personalmente a los lectores mediante el artículo «¿Qué es la teoría de la relatividad?», aquí publicado. Este artículo apareció en el *Times* del 28 de noviembre de 1919, bajo el título de «My Theory» y recibió la siguiente posdata irónica: «Las observaciones acerca de mi persona aparecidas en este periódico se deben, en parte, a la fantasía del editor. Explicaré a los lectores una aplicación más de la teoría de la relatividad: Actualmente en Alemania se me califica de "científico alemán" y en Inglaterra de "judío

suizo”. Si alguna vez se dan las circunstancias de que me presenten como *bête noire*, entonces para los alemanes sería un “judío suizo” y para los ingleses un “científico alemán”».

Sobre la teoría de la relatividad

Esta conferencia fue pronunciada en la primavera de 1921 en el castillo de la Royal Society of London, la más antigua de las sociedades científicas inglesas, fundada en el año 1660.

Sobre los orígenes de la teoría general de la relatividad

Loránd Eötvös (1848-1919), profesor de física en la Universidad de Budapest, fue el

constructor de la báscula de torsión, ampliamente utilizada en geofísica. Es también autor de las investigaciones sobre las tensiones superficiales en los líquidos y sobre el magnetismo terrestre. Einstein publicó en 1911 un artículo en los *Annalen der Physik* con el título siguiente: «Observaciones sobre la ley de Eötvös».

Einstein trabajó muchos años en estrecha colaboración con su amigo de la juventud, Marcel Grossmann (1878-1936) que dictaba clases de geometría en la ETH de Zúrich.

El problema del espacio, del éter y del campo, en física

La primera publicación de este artículo, aparecida en 1930 en el *Forum Philosophicum* contenía un último postulado de la teoría de campo, que fue suprimido en las ediciones posteriores a petición del propio Einstein, ya que

según él «La teoría que allí describí la he abandonado hace tiempo, sustituyéndola por la teoría del campo nosimétrico». Esta teoría está reproducida en el Apéndice II del *Meaning of Relativity* («Generalisation of Gravitation Theory» de Albert Einstein; reimpresión del Apéndice II de la cuarta edición de *The meaning of Relativity*, copyright 1953 de Princeton University Press).

Johannes Kepler

Este artículo apareció el 9 de noviembre de 1930 en el *Frankfurter Zeitung* con motivo del 300 aniversario de la muerte de Johannes Kepler (1571-1630).

La mecánica de Newton y su influencia en el desarrollo de la física teórica

Este escrito fue publicado en el año 1927 en el tomo quince de la revista alemana *Die Naturwissenschaften*, con motivo del 200 aniversario de la muerte de Isaac Newton (1643-1727).

James Clerk Maxwell (1831-1879), creador de la teoría electromagnética de la luz.

Ludwig Boltzmann (1844-1906), pionero en el área de la termodinámica.

Sir William Thomson, Lord Kelvin (1824-1927), físico inglés que realizó importantes investigaciones en el campo de la termodinámica y la termoelectricidad.

Simeon Denis Poisson (1781-1840), pertenece a los creadores del concepto de potencial. Realizó estudios sobre acústica, conducción del calor y tensión superficial.

El barco de Flettner

El ingeniero alemán Anton Flettner (1885-1962) es el descubridor en 1915 de los dos buques rotores probados en 1924 y 1926.

Leonhard Euler (1707-1783), de Basilea, físico, astrónomo y creador de la matemática moderna, recibió a los diecinueve años un premio de la Academia de París por su tratado sobre la arboladura de los barcos.

Heinrich Gustav Magnus (1802-1870), descubrió el «efecto Magnus» utilizado por Flettner en la construcción de sus barcos.

John William Raleigh (1842-1919), físico inglés que en 1904 recibió el Premio Nobel de Física por sus trabajos sobre la teoría ondulatoria, la acústica, la electricidad y la radiación.

Ludwig Prandtl (1875-1953), desde 1925 director de los institutos Kaiser Wilhelm y Max Planck, se dedicó fundamentalmente al estudio de la aerodinámica y de la hidrodinámica. Por su teoría del flujo es, en cierta manera, el padre del concepto moderno de «línea de flujo».

Daniel Bernoulli (1700-1787), matemático de Basilea, célebre por haber resuelto problemas de hidrodinámica. Investigó los sistemas de propulsión de barcos.

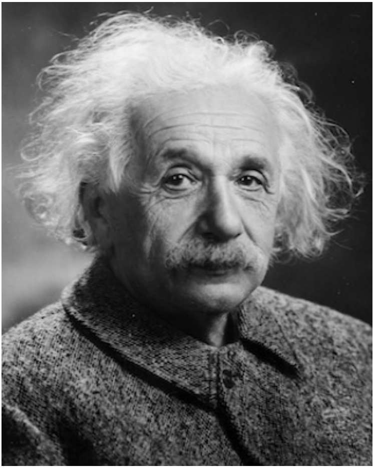
La cama de la formación de meandros en los ríos y la ley de Baer

Karl Ernst von Baer (1792-1876), zoólogo y geógrafo, es considerado el creador de la explicación científica de la evolución de los animales. En su artículo «Sobre una ley universal en la formación de los lechos de los ríos» publicado en 1860 en San Petersburgo, explica la existencia de una fuerza originada por la rotación de la tierra.

El artículo de Einstein sobre esta ley fue leído ante la Academia Prusiana de Ciencias el 7 de junio de 1926.

Para humillación del hombre científico

Estas reflexiones fueron escritas para la 42 reunión de la Società Italiana per il Progresso dele Scienze, que tuvo lugar en 1950 en Lucca. El entonces presidente de esta sociedad era Francesco Nitti, que había sido presidente del gobierno y antifascista convencido. Este artículo fue publicado en inglés, en otoño de 1950, en la revista de la UNESCO, *Impact*.



ALBERT EINSTEIN (Ulm, 1879 - Princeton, 1955) publicó en 1905 una serie de trabajos en los que dejó expuesta su revolucionaria teoría de la relatividad, determinante en la física del siglo XX. Premio Nobel de Física en 1921, ante la ascensión del nazismo se vio obligado a abandonar Alemania en 1933 e instalarse en Estados Unidos.